Anno X - Nuova Serie Aprile-Giugno 1930 (VIII) — N. 2

BOLLETTINO
DELLA R. STAZIONE DI PATOLOGIA VEGETALE

LA NUTRIZIONE MINERALE DELLE PIANTE

in rapporto alla predisposizione o alla resistenza di queste a cause patogene

Se e in qual misura le condizioni della nutrizione delle piante possano influire sul grado di gravità degli attacchi dei parassiti o degli effetti dovuti ad altre cause patogene, è un problema che ha richiamato l'attenzione di molti coltivatori e di molti studiosi, ma le osservazioni e le ricerche, che a tal riguardo sono state fatte, sino ad ora non hanno portato a risultati molto importanti per la pratica, contribuendo nondimeno a chiarire notevolmente le nostre idee intorno a un simile problema e a determinare i criteri direttivi secondo i quali questo deve essere studiato per giungere alla sua definitiva soluzione.

Fra gli stessi fitopatologi si hanno del resto ancora oggi opinioni assai contrastanti sull'importanza che la nutrizione minerale delle piante può avere nel modificare le naturali proprietà di recettività o di resistenza delle piante stesse verso cause patogene. La mancanza di un'opinione unica a un tal riguardo dipende solo dal fatto che da alcuni si è voluto generalizzare quanto è vero per alcuni casi particolari, cosicchè mentre non è esatto affermare che soltanto le proprietà ereditarie determinino il comportarsi delle piante verso i loro parassiti e un'influenza trascurabile abbiano le condizioni di nutrizione, è egualmente inesatto l'affermare il contrario, giacchè, nell'infinità dei casi patologici che si possono

osservare in natura, si trovano esempi numerosi che giustificano l'una o l'altra delle due opinioni o che rappresentano tutti i termini intermedi fra l'una e l'altra interpretazione.

Come sarà posto in evidenza nella presente relazione, il mancato conseguimento di particolari risultati altamente utili nella lotta contro le malattie delle piante con l'uso di appropriate concimazioni, dipende in gran parte da molte lacune nelle nostre cognizioni di fisiologia vegetale e in parte da alcune condizioni di fatto di non trascurabile importanza che si verificano nel caso delle malattie più gravi prodotte da parassiti obbligati e strettamente specifici, per cui l'optimum di recettività, e quindi anche il minimum di resistenza, delle piante ospiti, sembra coincidere colle migliori condizioni di vegetazione di queste ultime. In questi casi dunque la azione benefica delle sostanze fertilizzanti favorisce anche lo sviluppo del parassita. Naturalmente questo fatto non permette di ottenere in numerosi casi patologici dalla somministrazione di diverse sostanze concimanti, razionalmente fatta dal punto di vista colturale, un aumento apprezzabile della resistenza contro l'agente patogeno. Ciò che lascia adito alla speranza di ottenere migliori risultati pratici con ulteriori ricerche in questi casi particolari, è il fatto che l'azione di un dato fertilizzante nel determinare una variazione nell'attività funzionale delle piante si svolge sempre in modo indiretto e in funzione delle azioni degli altri elementi nutritivi che si trovano a disposizione delle piante stesse, per cui si possono ottenere, con una stessa sostanza concimante, gli effetti i più diversi, sia per quanto riguarda le proprietà istologiche o chimiche dei tessuti, sia per quanto riguarda le variazioni di natura fenologica, come anticipo o ritardo della vegetazione, della fioritura e della maturazione del prodotto, sia infine per quanto riguarda le condizioni di vita dei parassiti che vivono nel terreno. Fra la azione che la sostanza fertilizzante può compiere dapprima

nel terreno e sui microrganismi di questo e gli effetti ultimi che si manifestano nell'attività funzionale della pianta superiore, si stabilisce una catena più o meno lunga di cause ed effetti intermediari esterni ed interni alle piante stesse, tali da far prevedere la possibilità per il coltivatore di ottenere, mediante la scelta appropriata del fertilizzante e dell'epoca della sua somministrazione, in rapporto alle proprietà fisiche e chimiche del terreno, dei risultati utili nel tentativo di diminuire od impedire i danni prodotti da determinate cause patogene. Ma un'altra difficoltà, che ostacola il conseguimento di un'efficacia costante nell'applicazione delle concimazioni, come mezzi preventivi contro le malattie delle piante, è costituita dal fatto che se un dato fertilizzante può proteggere una determinata coltura contro una particolare causa avversa, può invece predisporla agli effetti di un'altra causa patogena che agisca sopra la stessa coltura; per cui in qualche caso l'agricoltore per sfuggire ad un danno può inconsciamente ricorrere ad un mezzo che ne provoca uno anche maggiore. Questi inconvenienti, insieme alla difficoltà di riferire con sicurezza i risultati delle varie esperienze a cause ben definite, possono spiegare l'incertezza che ancora regna intorno all'azione della concimazione in rapporto alla resistenza delle varie colture agli agenti nocivi. Nonpertanto coordinando alcuni risultati sperimentali fra quelli più attendibili, è possibile dedurne delle indicazioni utili per la pratica e per il proseguimento della sperimentazione in un tal campo di ricerche.

I. — Azione dei fertilizzanti sulle proprietà anatomiche e fisiologiche delle piante in rapporto alla resistenza a cause nocive inorganiche.

Concimi azotati. — I concimi azotati, sieno essi d'origine organica naturale o sintetica o sieno minerali, determinano generalmente un aumento di predisposizione verso cause patogene di natura parassitaria special-

mente. La esclusiva o prevalente e continuata concimazione azotata induce uno sviluppo dei tessuti parenchimatici superiore al normale, mentre diminuiscono di numero e di spessore nelle loro pareti gli elementi meccanici, anche le pareti cellulari dei parenchimi diventano più sottili, e più grandi le dimensioni delle cellule. Si verifica per tal modo la tendenza alla *parenchimatosi* che costituisce, se non una malattia, una spiccata predisposizione a gravi malattie. Aumenta il contenuto in glucosio per una maggiore attività dell'amilasi sul prodotto (amido) della fotosintesi, che è più attiva. Quindi nelle piante prevalentemente concimate con sostanze azotate si presenta più rapida la migrazione dei carboidrati dagli organi assimilatori verso il fusto e le radici. Quelle foglie che normalmente sono piegate a doccia, si distendono, le cellule del palizzata si allungano; gli stomi restano quasi sempre aperti essendo più attiva la traspirazione e la respirazione e quindi è anche più abbondante la corrente idrica diventando i tessuti più ricchi d'acqua. Naturalmente questi effetti si manifestano in modo tanto più accentuato quanta minor quantità di acido fosforico e di potassa si trovano a disposizione delle piante.

Nelle colture liquide, fatte a scopo sperimentale, gli effetti massimi dell'ipernutrizione azotata si sono mostrati quando le piante trovavano solo l'azoto nella soluzione nutritiva che era del tutto priva di composti del fosforo e del potassio.

Dalle ricerche di Schaffnit e di Volk è stato anzi dimostrato che la predisposizione a malattie in seguito a nutrizione azotata eccessiva dipende in gran parte da una relativa carenza di fosforo e di potassio che si viene in tal modo a verificare fra i diversi elementi nutritivi della pianta.

L'eccessiva concimazione azotata ha poi, come è ben noto, un'influenza indiretta:

a) nel prolungare la vegetazione delle piante oltre il limite di tempo ordinario;

b) nella produzione prevalente di organi vegetativi a scapito degli organi della riproduzione, sia per quanto concerne il loro primo differenziamento, sia per l'ulteriore loro sviluppo, come quando non avviene l'allegamento del frutto ai primordi della sua formazione (*colatura*);

c) nel provocare le metamorfosi di organi fiorali in organi vegetativi, come nel caso della *virescenza* e del prolungarsi dell'asse fiorale in ramo foglifero. Se in taluni casi la virescenza è da attribuirsi a causa parassitaria, la concimazione azotata predispone la pianta a subire una simile modificazione teratologica, così pure ha un'azione predisponente, quando non li determini di per se stessa, in tutti i fenomeni di concrescenze e di fasciazioni.

Nelle Amigdalee e nelle Drupacee, come nelle Auranziacee, che hanno una particolare tendenza alla *gommosi*, la concimazione prevalentemente azotata, e somministrata in modo continuativo, predispone queste piante a subire la degenerazione gommosa del parenchima del legno che sotto la stessa influenza si origina abbondantemente dal cambio. Lo stesso fatto si verifica nelle conifere per quanto riguarda la resinosi.

La resistenza naturale agli effetti acuti del freddo può essere diminuita in modo notevole dalle eccessive concimazioni azotate nelle piante legnose in seguito al prolungarsi del periodo vegetativo, per cui il cambio può trovarsi esposto all'azione dei primi freddi autunnali quando ancora non è in riposo, oppure per il maggior contenuto di tessuti parenchimatici le piante sono più facilmente danneggiate dalle basse temperature in qualsiasi stagione queste si verifichino.

In molti casi gli effetti di natura istologica si sommano a quelli, più generali, che si riferiscono alla eccessiva produzione di organi vegetativi, come avviene, per es., nel grano quando sia coltivato su terreno eccessivamente e prevalentemente concimato con sostanze azotate. Alla

formazione prevalente di parenchima nel culmo a scapito degli elementi meccanici, si aggiunge un eziolamento degl'internodi inferiori per la poca luce che filtra attraverso le numerose e grandi foglie, condizioni queste che predispongono il grano all'*allettamento*.

Non tutti i fertilizzanti azotati nelle diverse piante determinano nella stessa misura le suesposte modificazioni istologiche, istochimiche e fenologiche. In alcuni casi sono le sostanze organiche quelle che a questo riguardo hanno un'azione più accentuata sopra alcune colture, mentre in altri casi sono i sali azotati minerali, specialmente non contenenti potassio nè fosforo, che agiscono più attivamente, ma non tutti nello stesso modo. Così gli effetti del nitrato di soda sono più manifesti di quelli del nitrato di calcio, il quale esercita un'azione benefica nei terreni poveri di calce, determinando una rapida e normale costituzione delle membrane cellulari e stimolando fortemente la formazione delle radici. Il solfato di ammonio, somministrato esclusivamente ed in modo continuativo, può determinare modificazioni nell'attività funzionale di alcune piante e predisporre a malattie non tanto per l'acidificazione del terreno quanto per il depauperamento del terreno stesso in materiali nutritivi, effettuato dall' azione solvente dell'acido solforico. Naturalmente simili effetti si rendono maggiormente palesi nei terreni quasi privi di argilla, di sostanza organica e di calce.

Per quanto raramente, pure si verificano dei casi nei quali le sostanze concimanti azotate determinano nelle piante delle vere e proprie manifestazioni patologiche, le quali possono a loro volta predisporre le piante stesse a malattie diverse (1). Così, per es., la minor quantità

(1) Alla esclusiva concimazione azotata, eseguita con sali minerali, sono stati attribuiti, specialmente in passato, alcuni danni a diverse colture (barbabietole per es.), i quali però non possono venir considerati come effetti dell' ione nitrico o ammoniacale sul ricambio

di sostanze di riserva che si deposita nei tuberi di patata in seguito alla esclusiva concimazione azotata, e quindi per carenza di potassio, determina, oltre che una predisposizione per il marciume, anche delle spaccature interne nelle zone di tessuto meno ricco di amido.

La concimazione nitrica e quella ammoniacale non si corrispondono esattamente, per la loro azione fisiologica, nella nutrizione di alcuni vegetali superiori, così, per es., la barbabietola mal sopporta la concimazione azotata eseguita con solfato ammonico nei terreni dove non avvenga rapidamente l'ossidazione dell'ammoniaca in nitrato. Così può avvenire che, pur essendo il terreno abbondantemente concimato con solfato ammonico, le piante presentino tutti i caratteri della *fame* d'azoto (Hollrung, Kruger, Schneidewind). Un comportamento analogo presentano il pisello, la veccia e specialmente il lupino.

Può essere che questo particolare comportarsi di alcune piante dipenda talvolta dall'azione dell'anione e non del catione, ma le ricerche recenti di Prianischnikow e della sua scuola tendono a dimostrare che effettivamente se la reazione del terreno è acida o se vi è assenza di calce la nutrizione ammoniacale può determinare intossicazione per accumulo di sali di ammonio nei tessuti, mentre in tali condizioni del terreno è più indicata la nutrizione nitrica.

In generale può dirsi che l'azione dell'azoto ammoniacale in confronto a quello dell'azoto nitrico non dipende da alcun coefficente costante, ma da una serie di fattori esterni ed interni alle piante, per effetto dei quali in alcuni casi la nutrizione ammoniacale può costituire una

---

della pianta, giacchè si tratta dell'azione d'impurità contenute nei concimi adoperati, come è avvenuto nel caso del nitrato greggio del Cile, per il suo contenuto, talvolta elevato, di cloruri e di composti iodici che possono arrecare danni apprezzabili, secondo il grado di tolleranza delle diverse colture per queste impurità.

condizione predisponente ad attacchi parassitari o a deperimenti per un alterato equilibrio fisiologico fra i cationi della soluzione nutritiva circolante nel terreno.

Da parte dei fitopatologici non si deve trascurare dunque di ricercare la causa di deperimento e di predisposizione a malattie parassitarie di alcune colture nell'eventuale azione nociva della concimazione eseguita con sali di ammonio.

Dobbiamo ora considerare la condizione opposta a quella sin qui esaminata e cioè la deficienza o la mancanza di sostanze azotate nel terreno.

La deficienza d'azoto determina principalmente uno sviluppo minimo della parte aerea della pianta, uno sviluppo sproporzionato a quello, relativamente esagerato, dell'apparato radicale in rapporto alla necessità di esplorare il maggiore volume di terreno possibile per trarne un minimo di azoto indispensabile all'esistenza della pianta stessa. In molte colture la deficienza di azoto determina anche la clorosi. Dal punto di vista dell'anatomia, la *fame* di azoto provoca una riduzione dei tessuti parenchimatici e anche di quelli meccanici e vascolari, ma le pareti cellulari di questi ultimi sono relativamente assai più ispessite e lignificate di quanto avviene nelle piante abbondantemente nutrite con azoto. In generale tutti i tessuti diventano più rigidi e meno ricchi d'acqua. È noto il fenomeno presentato dal *Rhamnus cathartica* che diventa spinoso in seguito alla nutrizione povera di azoto. Relativamente alle modificazioni fisiologiche, è notevole il fatto della formazione di antociano in piante che normalmente ne sono prive; l'attività degli enzimi viene sensibilmente ridotta; il succo cellulare aumenta di acidità; infine il periodo vegetativo viene sensibilmente abbreviato. Negli alberi fruttiferi la deficienza di azoto determina un'abbondante fioritura, ma una scarsa fruttificazione o l'assoluta sterilità.

Le modificazioni che nell'attività fisiologica nelle diverse piante determinano le eccessive come le deficienti

o mancanti concimazioni azotate sono rese indirettamente ben manifeste dal modo di comportarsi delle piante stesse di fronte agli attacchi dei parassiti animali o vegetali. Sarà riferito più oltre sopra questo argomento.

Concimi fosfatici. — La concimazione fosfatica impedisce in parte gli effetti della prevalente concimazione azotata, per cui le piante adeguatamente fornite di acido fosforico presentano l'equilibrio quasi normale nello sviluppo dei diversi tessuti anche se il potassio è deficiente. È ben difficile che nelle colture agrarie si verifichi una concimazione prevalentemente fosfatica quindi non sono da prendere in considerazione le modificazioni istologiche e istochimiche che potrebbero derivare da una tale condizione, tuttavia è necessario considerare il caso di una concimazione fosfatica relativamente abbondante in confronto agli altri elementi nutritivi principali. L'assorbimento elevato del fosforo ha per effetto di aumentare il grado di acidità del succo cellulare, di favorire lo sviluppo del legno secondario e del floema, di allungare le cellule del palizzata per cui le foglie aumentano di spessore, di accelerare l'assimilazione del CO_2 e l'attività dell'amilasi. La ripresa primaverile della vegetazione è alquanto ritardata, mentre è leggermente anticipata l'entrata in riposo. Queste condizioni istologiche e fisiologiche rappresentano per la pianta un aumento di resistenza agli effetti del freddo e agli attacchi di alcuni parassiti, mentre riguardo ad altri costituiscono una causa di predisposizione, come sarà esposto più oltre. La deficienza di acido fosforico nel terreno determina la formazione di tessuti molli, sia per lo scarso sviluppo dei tessuti meccanici, sia per la minore turgescenza dei tessuti parenchimatici.

Le cellule in generale restano piccole, il legno secondario si sviluppa poco e così il floema, le foglie hanno un minimo spessore, il fusto resta sottile. L'assimilazione del carbonio è lenta, l'amilasi è quasi inattiva per cui

i carboidrati migrano molto lentamente dalle foglie e quindi nei tessuti vi è meno zucchero. Il succo cellulare presenta un minimo di acidità.

L'iniziarsi della vegetazione, in primavera, è anticipato, mentre sono ritardate l'entrata in riposo nelle piante legnose e la fine del ciclo vitale nelle erbacee annuali.

Tanto le anomalie fisiologiche prodotte da una preponderante concimazione fosfatica, come quelle prodotte da una carenza di fosforo, costituiscono delle condizioni predisponenti a particolari malattie, ma mentre nel caso della deficienza di fosforo si verifica una predisposizione simile a quella determinata dalla esclusiva concimazione azotata, nel caso della prevalente concimazione fosfatica la predisposizione si limita a poche malattie, aumentando invece la resistenza contro quelle alle quali predispone la nutrizione azotata o la deficienza di fosforo.

Concimi potassici. — Il potassio ha una notevolissima importanza in tutta l'attività fisiologica delle piante. Anche senza voler accettare la recente ipotesi dell'intervento del potassio nel processo della assimilazione fotosintetica del carbonio, è ben dimostrato che senza potassio non si forma sostanza organica. Le piante allevate sperimentalmente con quantità insufficienti di potassio muoiono molto presto, mentre la carenza di azoto o di fosforo permette una vita più lunga. Il potassio ha una importanza massima nel favorire il processo di formazione delle membrane lignificate e di tutti gli elementi meccanici in generale.

Le radici delle piante prive di potassio cadono facilmente preda del marciume. Importante è il fatto, dimostrato sperimentalmente, che nel caso di mancanza del potassio, in molte piante nutrite normalmente, per ciò che riguarda gli altri elementi, una parte delle sostanze delle ceneri, ad eccezione dell'acido fosforico, ritorna, per esosmosi delle radici, nel terreno.

Le esperienze di Nobbe hanno dimostrato che la formazione dell'amido, nelle piante mantenute senza potassio, s'inizia solo dopo due o tre giorni dalla somministrazione di un sale di questo elemento.

Già il Liebig aveva fatto l'osservazione che il potassio si trova in più grande quantità in quei tessuti dove vengono formati carboidrati. È in relazione a questo fatto che le patate e le barbabietole, grandi immagazzinatrici di carboidrati, hanno necessità di assorbire molto potassio. In generale può dirsi che la quantità di idrati di carbonio deposti nei tessuti come sostanza di riserva, dipende dalla quantità di potassio presente nei tessuti stessi.

Il potassio, secondo le ricerche di Hansteen Cranner, favorisce l'entrata dell'acqua nelle cellule e questa proprietà sarebbe comune a tutti i cationi monovalenti, perchè quelli bivalenti formano con i lipoidi della membrana plasmica delle combinazioni che ostacolano la penetrazione dell'acqua.

Negli ultimi anni è stata presa in considerazione, nei riguardi dell'importanza fisiologica del potassio, la debole radioattività di questo elemento, che avrebbe una azione stimolante e acceleratrice sull'attività vitale del citoplasma e quindi, indirettamente, sul grado maggiore o minore di resistenza contro cause patogene.

L'ispessirsi del tessuto meccanico in seguito ad una sufficiente nutrizione potassica rende più resistenti le piante in generale all'azione meccanica del vento, della pioggia e della grandine. Il grano, concimato convenientemente con sali potassici si mostra più resistente all'*allettamento*. In generale i tessuti ricchi di potassio sono meno sensibili all'azione del freddo. Questa maggiore resistenza delle piante, specialmente al freddo notturno, in seguito a concimazioni con sali potassici, non è da attribuirsi, come da alcuni è stato affermato, al fatto che questi sali, determinando una minor perdita di acqua nel terreno, diminuiscono anche le perdite di

calore per irradiamento, ma si deve attribuire all'abbassamento del punto di congelazione del succo cellulare per l'elevarsi della concentrazione dei sali in esso disciolti. Il contenuto in K_2O del succo cellulare supera di due o tre volte, nelle piante concimate con sali potassici, quello delle piante su terreno povero di potassio. La elevata concentrazione dei sali nel succo cellulare impedisce anche la guttazione nelle piante che presentano frequentemente questo fenomeno. Un aumento del turgore cellulare per sali di potassio era stato osservato pure da Copeland. Anche i sali di sodio in alcune piante agiscono in un modo simile, ma mentre l'accumularsi del sodio nella pianta può determinare dei fenomeni d'intossicazione, i sali di potassio non presentano questo inconveniente.

La somministrazione di concimi potassici, specialmente del cloruro potassico, rende resistente la vite contro quell'arrossamento delle foglie (*rossore*) di natura non parassitario, e che è determinato da una scarsa migrazione dei carboidrati delle foglie con abbondante formazione di antocianina.

Il fatto è anche in concomitanza della diminuzione della calce nei tessuti fogliari. Il potassio, oltre ad attivare la migrazione dei carboidrati, mobilizza in forma solubile la calce.

Il potassio ha un'influenza indiretta sulla conservabilità dei frutti che sono meno suscettibili di essere attaccati dagli agenti del marciume. I frutti degli agrumi concimati abbondantemente con sali potassici presentano anche una buccia più sottile.

Esiste nell'Europa settentrionale una malattia delle patate per cui i tuberi diventano di un colore brunobluastro nell'interno, le foglie sono rugose, piccole e macchiettate di bruno. È stato dimostrato che il fenomeno è in relazione a deficienza di potassio nel terreno, per lo meno esso scompare quando si somministrano concimi potassici.

La concimazione potassica può danneggiare direttamente in alcuni casi le colture e per il contenuto d'impurità contenute in concimi naturali, come la *cainite*, che può nuocere per l'elevato contenuto in cloruro di sodio e di magnesio, oppure per la stessa tossicità del potassio quando nel terreno sia deficiente la calce.

La predisposizione delle piante sofferenti per deficienza di potassio agli attacchi dei funghi e degli insetti è stata spesso dimostrata e ne sarà riferito più oltre.

Sostanze correttrici della reazione o di deficienze del terreno.

Calce. — L'importanza che l'ione Ca presenta nella vita dei vegetali superiori è dimostrata indirettamente, ma in modo molto evidente, dall'elevata percentuale con cui questo elemento entra a far parte delle ceneri della maggior parte delle piante.

Quale funzione compia il calcio nella vita della pianta non è ancora noto completamente, ma si può affermare senza il minimo dubbio che il calcio ha una grande importanza, tanto per l'azione indiretta e complessa che esso esercita nel terreno, come per quella che direttamente svolge in diversi processi della nutrizione e della formazione degli elementi istologici.

È opportuno ricordare brevemente quanto oggi si ammette per alcune proprietà principali del calcio relativamente alla vita delle piante superiori. Innanzi tutto la calce fissa nei tessuti gli acidi organici liberi, e specialmente l'acido ossalico, acidi che si originano in seguito ai processi di dissimilazione e che in generale hanno un'azione tossica sul citoplasma. Se, in mancanza di calce la fissazione avviene per mezzo del potassio, si forma del sale acido di potassio egualmente dannoso. Per questo solo fatto dunque la calce ha già una funzione importantissima nel metabolismo dei vegetali superiori; ma essa è anche uno dei costituenti necessari delle pareti cellulari e specialmente della lamella me-

diana. Le esperienze di Chancherel hanno dimostrato il piccolo sviluppo che gli elementi del tessuto legnoso acquistano nelle loro dimensioni e nello ispessimento secondario delle loro pareti quando le piante siano allevate in soluzioni nutritive prive di sali di calcio.

Per quanto questo elemento non possa ritenersi come un costituente indispensabile del protoplasma, pure nelle piante superiori l'ione Ca compie une funzione essenziale nel determinare il normale ed equilibrato assorbimento degli altri ioni contenuti nella soluzione nutritiva circolante nel terreno. A questo riguardo le esperienze di Hansteen hanno ben dimostrato che i sali di potassio, di magnesio e di altri sali alcalini, anche in debole concentrazione, producono una più o meno grande fluidificazione dei fosfatidi, i costituenti colloidali della membrana plasmica, aumentando così in modo eccezionale la permeabilità di quest'ultima e distruggendo ed alterando di conseguenza quel potere selettivo dei peli radicali che ha un'importanza così grande nel regolare, nelle singole piante, l'assorbimento qualitativo e quantitativo dei diversi sali minerali del terreno.

Si ammette in generale che l'ione Ca, come altri ioni plurivalenti, tenda a solidificare, per così dire, i colloidi della membrana plasmica, mentre gli ioni monovalenti tenderebbero a renderli fluidi.

A un simile ordine di fatti si attribuiscono in parte la particolare azione dell'ione Ca e le alterazioni a cui vanno incontro le radichette delle piante mantenute in soluzioni nutritive prive di sali di calcio e contenenti sali a cationi monovalenti.

I tessuti radicali in tali condizioni finiscono per subire una decalcificazione e una gelificazione delle membrane cellulari, mentre si verificano fenomeni d'intossicazione per l'azione specialmente del potassio e del magnesio. La proprietà disintossicante del calcio nelle soluzioni nutritive non equilibrate è stata dimostrata ormai da numerose esperienze ed è noto che una parte di Ca basta

per neutralizzare l'azione tossica di 1000 parti di magnesio, ed è noto pure che quest'azione antagonista si esplica, almeno parzialmente, con l'impedire o limitare da parte del catione bivalente la penetrazione degli ioni monovalenti.

Queste nozioni spiegano in parte il comportarsi delle piante quando i sali di calcio nel terreno sono deficienti, non escluse le piante cosidette calcifughe, che, come è noto, non è che non tollerino la calce, ma la reazione alcalina dei terreni ricchi di carbonato di calcio.

La calcipenuria in generale determina un aumento di acidità del succo cellulare ed ostacola i normali processi del ricambio. Così negli agrumi le foglie cadono precocemente e quelle che vengono formate di nuovo sono affette da clorosi. I germogli presentano internodi molto brevi e disseccano facilmente all'estremità.

La mancanza di sali di potassio non determina mai dei danni così gravi come quelli dovuti alla mancanza del calcio.

Come ha dimostrato per primo Ehremberg, la scarsa fornitura del calcio determina un più abbondante assorbimento di potassio, così come avviene il viceversa. Nella canna da zucchero la deficienza di calce impedisce il normale depositarsi del saccarosio nei tessuti di riserva.

La calcitazione del terreno, oltre al correggere la eventuale reazione acida di questo ed a favorire l'attività di molti microrganismi utili, vale a neutralizzare i dannosi effetti di concimazioni preponderanti di azoto, od a svolgere un'azione antagonista verso altri elementi che eccezionalmente possono trovarsi in eccesso nel terreno come il potassio e il magnesio. Per effetto della calcitazione viene elevato in generale il grado di resistenza contro numerose malattie sia parassitarie, sia dipendenti o rese possibili da proprietà sfavorevoli del terreno, come quelle malattie che il Sorauer comprende sotto il nome di « *malattie enzimatiche* » cioè quelle malattie che si

presentano come una conseguenza di un'anormale attività degli enzimi, come la *gommosi* costituzionale delle amigdalee e delle drupacee.

La resistenza di molte piante contro le malattie prodotte da alcuni funghi, i quali presentano una parte del loro ciclo biologico nel terreno, vivendo da saprofiti, è indirettamente aumentata dalla calcitazione, poichè i funghi essendo favoriti generalmente dalla reazione leggermente acida del mezzo, sono ostacolati dalla calce nel loro sviluppo e nella loro riproduzione. Saranno riferiti più oltre alcuni esempi tipici di questa azione protettiva della calce. Questa inoltre influendo, come si è detto, sulla formazione delle membrane cellulari e sulla reazione del succo cellulare, ha un'azione predisponente o protettiva contre altre malattie. È ben nota l'azione clorosante dell'eccesso di carbonato di calcio nel terreno e dovuta alla reazione alcalina di quest'ultimo.

In Olanda si conosce una malattia che colpisce specialmente l'avena le cui foglie presentano delle macchie grigiastre irregolari lungo l'orlo. Nei casi più gravi le piante muoiono. La malattia attacca anche la segale, la patata, la bietola, il ravizzone e le rape.

Nessun particolare parassita è stato trovato sulle piante ammalate, ma è stato dimostrato in modo indiscutibile che la reazione alcalina del terreno per eccesso di calce nel terreno o per abuso di concimi alcalini, costituisce la causa prima della malattia, per quanto sia stato dimostrato che tale azione è solo indiretta sulla pianta, influenzando prima di tutto l'attività dei microrganismi del terreno.

L'uso continuato e preponderante di concimi acidificanti, come i perfosfati, possono predisporre alcune piante a particolari malattie che derivano indirettamente dalla reazione acida del terreno. Così in Olanda è nota una malattia, detta di *Hooghalen* e che è comparsa nei terreni poveri di calce e che hanno subito una costante e prevalente somministrazione di concimi acidi. I sin-

tomi della malattia sono una debole clorosi e la diminuzione di turgore, per quanto le foglie presentino una certa rigidità. Nei cereali esse acquistano una macchiettatura gialla, tigrata, caratteristica. Naturalmente il rimedio contro questa malattia consiste nelle concimazioni basiche o semplici ammendamenti calcarei.

Sembra però che la reazione del terreno agisca indirettamente sull'apparato radicale delle piante, influenzando direttamente lo sviluppo e l'attività di alcuni microrganismi.

Deve esser ricordata qui anche un'altra malattia delle piante che è stata posta recentemente in relazione alla reazione del terreno. È questa l'arricciamento (*roncet*) della vite. Mentre G. Bènes ritiene che causa principale di questa malattia sia la reazione acida del terreno, il Prof. Pratolongo asserisce di non aver trovato viti arricciate altro che su terreni a reazione alcalina. È ben vero che nell'Italia meridionale l'arricciamento della vite si trova su terreni alcalini, ma è anche vero che nell'Italia meridionale questi terreni sono i più frequenti, mentre in Piemonte ed in Alto Adige si possono trovare viti arricciate su terreni leggermente acidi (1).

Ma comunque sia, anche in questo caso, come per la malattia olandese sopracitata, la reazione del terreno non ha che un'influenza indiretta.

Infine l'azione benefica della calce nel caso di alcuni disturbi fisiologici deve essere presa in considerazione quando, per l'uso di concimi naturali greggi, come la cainite, si portano nel terreno quantità eccessive di magnesio rispetto alla calce contenuta nel terreno. È noto

(1) Le osservazioni che sono state fatte al riguardo, per avere un valore veramente probativo, avrebbero dovuto essere precedute dalla determinazione sicura se la malattia fosse di origine autoctona o importata. Nel primo caso la reazione del terreno può avere senza dubbio un'importanza nell'eziologia della malattia, nel secondo caso, e cioè quando si trattasse di legno importato, già ammalato, la reazione del terreno non può costituire alcun dato utile per lo studio eziologico.

che molte piante sono assai sensibili all'azione del magnesio non convenientemente equilibrato dal calcio. (Loew e May).

Gesso. — L'azione del gesso nel terreno, nei riguardi della patologia vegetale, si riferisce specialmente alla azione correttiva che questo composto ha sull'eccessiva alcalinità del terreno stesso. Più raramente l'azione benefica può essere attribuita alla dissoluzione del potassio che avviene nei composti di assorbimento del terreno, nei quali il potassio viene sostituito dal calcio. L'azione correttiva della reazione alcalina del terreno può influenzare direttamente l'apparato radicale delle piante oppure può portare modificazioni più o meno profonde nella microflora del suolo. In generale sono i batteri patogeni che vengono ostacolati dalla gessatura del terreno, mentre i funghi possono risentirne un esaltamento della loro virulenza. In altri casi il gesso agisce solo per il fatto di apportare della calce nel terreno. Fra alcuni casi di malattie che si guariscono con la gessatura, quello più sicuramente constatato è quello della malattia non parassitaria della vite, conosciuta in California col nome di « *little leaf* ».

Zolfo. — È noto che lo zolfo nel terreno subisce una più o meno rapida ossidazione, per cui l'acido solforico che ne deriva concorre a saturare l'alcalinità del terreno, agendo a questo riguardo, e relativamente ad alcune malattie, come il gesso. Lo zolfo è stato usato e si usa anche, in alcuni casi di infezioni parassitarie delle radici, come anticrittogamico. Più oltre sarà riferito in quali casi la sua azione è veramente efficace.

Solfato di ferro e di alluminio. — Astrazione fatta dell'azione microbicida che possono esercitare le soluzioni assai concentrate di questi due sali, essi, usati come correttivi, agiscono in soluzioni assai diluite e quindi

quasi del tutto idrolizzati, per cui il loro effetto si riferisce all'azione dell'acido solforico. L'effetto curativo temporaneo che questi sali presentano contro la clorosi per eccessiva alcalinità del terreno si deve unicamente alla loro azione correttiva di questa reazione.

Concimi oligodinamici. — Del poco o nessun valore pratico che oggi si può attribuire ai concimi oligodinamici è stato più volte trattato, per cui può sembrare superfluo aggiungere ulteriori parole sopra un simile argomento. Tuttavia, per completare le notizie principali sui diversi fertilizzanti nei riguardi della fitopatologia, non si può passare sotto silenzio il buon risultato ottenuto in alcuni casi dalla somministrazione di sali di manganese per neutralizzare gli effetti nocivi di sfavorevoli condizioni del terreno.

La malattia dell'avena osservata in Olanda, e che è stata citata più sopra come un esempio di malattie prodotte indirettamente dall'alcalinità del suolo, è stata guarita somministrando 50 kg. di solfato di manganese ad ettaro. Naturalmente gl'insuccessi ottenuti in altri casi (1) e con altre sostanze, non infirmano i principi teorici dai quali deriva il concetto dell'azione oligodinamica di alcune sostanze, concetto che ha ricevuto la sua conferma sperimentale nelle colture eseguite col metodo delle soluzioni nutritive sintetiche; cosicchè oggi dalle ricerche del Mc. Hargue, del Sommer e del Lipman e di altri, non si può dubitare dell'utilità di alcuni elementi dei quali si trovano tracce nelle ceneri di numerose piante, come lo zinco, il boro, il manganese, il rame, il nichel e il cobalto. Ma si deve considerare d'altra parte che è assai difficile trovare un terreno coltivato il quale

(1) In alcuni terreni è facile che un leggero eccesso nella somministrazione di sali di manganese determini una clorosi per carenza di ferro nei tessuti fogliari, giacchè il manganese può rendere il ferro inassimilabile per la pianta.

sia del tutto privo di questi elementi o ne contenga una quantità tanto scarsa da non essere sufficiente per i bisogni di una data coltura, per cui non dobbiamo meravigliarci se nella maggior parte delle esperienze sulla azione dei concimi oligodinamici eseguite in piena terra non sia stato raggiunto alcun risultato conclusivo, mentre un risultato molto più definitivo può ottenersi in colture su soluzioni nutritive sintetiche.

Da tutto ciò noi potremo concludere che non si può escludere in modo assoluto che in pratica, per elevare la resistenza delle piante contro alcune cause patogene, non sia possibile di utilizzare con profitto i concimi oligodinamici nel caso di carenze nel terreno dell'elemento riconosciuto utile. È prevedibile anzi che i casi nei quali questo impiego potrà riuscire vantaggioso saranno tanto meno rari, quanto più progredite saranno le nostre nozioni sui bisogni delle diverse colture rispetto a determinati elementi delle ceneri.

II. — Azione dei fertilizzanti sulle piante in rapporto al grado di resistenza di queste contro i parassiti.

Le notizie che nella letteratura fitopatologica si trovano sopra l'influenza che le condizioni di nutrizione delle piante hanno nel modificare la resistenza di queste di fronte agli attacchi dei parassiti sono assai numerose, ma poche sono quelle che si riferiscono ad esperienze rigorosamente condotte secondo un criterio scientifico. Mentre per alcuni gruppi di parassiti si hanno ricerche assai precise, per altri manchiamo d'indicazioni anche vaghe. I principali dati sono qui riportati secondo i diversi grandi gruppi sistematici.

A) Parassiti vegetali.

Fra le malattie prodotte da Mixomiceti, l'*ernia* del cavolo dovuta alla *Plasmodiophora Brassicae* Woronin è notevolmente favorita, nei climi umidi e freddi, dalle

concimazioni azotate organiche, specialmente nei terreni a reazione acida, ed è per questa ragione che la calcitazione ha una reale efficacia nella lotta contro la malattia. Anche la *rogna* delle patate, prodotta dalla *Spongospora subterranea* (Wall.) Lag. è favorita dalle concimazioni azotate. In questi due casi la concimazione non solo ha una influenza indiretta sulla pianta ospite aumentandone la ricettività del parassita, ma contribuisce a determinare nel terreno le condizioni favorevoli per la vita di quest'ultimo.

Tutte le *batteriosi* in generale, cioè tutti quei processi di marciume umido prodotti da batteri, come la batteriosi del gelso, del sedano, del pomodoro, del fagiolo, delle patate, delle crocifere, del fico, ecc. ecc., sono favorite dalle concimazioni azotate per la più abbondante formazione di tessuti parenchimatici ricchi di glucosio e di sostanze proteiche solubili, facilmente assimilabili dai batteri. Lo stesso avviene anche per quei casi in cui si formano delle iperplasie o galle (batteriocecidi) come per la rogna o tubercolosi dell'olivo, della vite, del pesco, dell'oleandro ecc.

La *scabbia* della patata, prodotta dall' *Actynomyces scabies*, trova una condizione predisponente nell'alcalinità del terreno. La malattia infatti è frequentissima in tutti i terreni calcarei. In questo caso quindi hanno una azione immunizzante i concimi acidificanti. Per questa ragione riesce efficace la somministrazione di zolfo nel terreno.

Queste condizioni si ripetono per quasi tutte le malattie degli organi sotterranei prodotte da batteri, i quali, non tollerando in generale la reazione acida del mezzo, trovano nei terreni a reazione neutra o leggermente alcalina le migliori condizioni per conservarsi in vita nel periodo non parassitario della loro esistenza.

Recenti osservazioni di Albrecht e di Davis hanno permesso di interpretare in un modo più completo l'azione del carbonato di calcio nel terreno relativamente alla

formazione dei tubercoli radicali delle leguminose. In terreno ricco di Ca CO_3 la *Soja* presenta una grande facilità ad essere infettata nelle radici e il numero dei tubercoli è molto grande in confronto a quanto si verifica in un terreno privo di carbonato di calcio. Ciò è dovuto non solo all'azione favorevole della reazione neutra o leggermente alcalina del terreno, ma anche e sopratutto ad un'influenza fisiologica del calcio sopra la pianta stessa. I batteri restano viventi anche in un terreno con PH = 5.4. È l'azione del calcio quindi che determina nelle radici un maggior grado di recettività per i batteri ed una più grande tendenza alla formazione d'iperplasie.

Anche le malattie prodotte da Ficomiceti, e specialmente quelle dovute ai funghi del gen. *Phytophthora,* trovano nelle concimazioni azotate la causa predisponente più comune, mentre la concimazione fosfatica tende ad aumentare la resistenza. Contro la *rogna nera* delle patate (*Synchytrium endobioticum*) sembra aver dato buoni risultati lo zolfo.

La calce sembra, secondo Laurent, avere un'influenza sfavorevole in alcuni casi attribuibile al fatto che, stimolando la calce il processo della nitrificazione, le piante trovano a loro disposizione una maggiore quantità di nitrato.

Il cloruro di sodio si è pure dimostrato sfavorevole alla resistenza delle patate contro la peronospora, perchè nei terreni argillosi rende il terreno più compatto e quindi contribuisce al ristagno dell'umidità che è condizione favorevole allo sviluppo e all'attacco del parassita. Fra i casi patologici prodotti da Ascomiceti non mancano altri casi interessanti, ed uno assai noto è quello presentato dai meli, dai susini e da altri alberi fruttiferi che sotto l'influenza delle soverchie concimazioni organiche azotate producono frutta che facilmente vengono attaccate dalla *Monilia fructigena* o dalla *M. cinerea.* Così pure avviene per il marciume prodotto dalla *Botrytis cinerea,* sia nei frutti, sia nei bulbi od anche in

organi vegetativi. Le viti concimate con cloruro potassico si sono dimostrate assai più resistenti contro la *Botrytis* di quelle concimate con nitrato sodico (Delacroix).

Secondo Laurent i concimi potassici predispongono le carote e la cicoria all'attacco della *Sclerotinia*, mentre i fosfati aumenterebbero la resistenza. Un effetto opposto avrebbero invece sul topinambour di fronte agli attacchi della *Sclerotinia Libertiana*. Laurent attribuisce il fatto alla necessità che questo fungo ha di vivere per un certo tempo sopra un mezzo acido per far funzionare la citasi che gli permette di attaccare la pianta ospite.

In esperienze eseguite con colture liquide, Broocks trovò che piante d'insalata in soluzione nutritiva completa o senza azoto, o senza fosforo o senza magnesio, non presentavano alcuna differenza contro l'attacco della *Botrytis cinerea*. Ayala trovò che le piante di fagiolo concimate con perfosfato si presentano più resistenti contro la *Sclerotinia sclerotiorum*.

Chifflot osservò nella valle del Rodano che lo sviluppo della *Sclerotinia laxa* era molto favorito dalla abbondante somministrazione di azoto al terreno.

Secondo le osservazioni di Riebe la *Sclerotinia fructigena* attacca fortemente le mele prodotte da alberi che crescono su terreni poveri di calce, di potassa e di anidride fosforica, come in quelli mal lavorati.

Esmarch ha constatato che il trifoglio è molto attaccato dalla *Sclerotinia Trifoliorum* nei terreni fortemente concimati con sostanze azotate.

Secondo Rostrup questo fungo è molto favorito dalla somministrazione al terreno del contenuto dei pozzi neri.

L'azione predisponente della concimazione azotata per gli attacchi della *Sclerotinia Sclerotiorum* sopra il girasole non si è verificata nelle esperienze Rogatsch-Maljutin. Il grano concimato con sali potassici è più resistente contro i funghi del *mal del piede*. La reazione acida del terreno ostacola o impedisce lo sviluppo dell'*Ophiobolus graminis*.

Per quanto concerne le Erisifacee, è stato constatato da diversi sperimentatori che le concimazioni azotate, e specialmente il nitrato di soda, aumentano la recettività della vite per l'oidio, mentre secondo altri (Laurent, Ville) le concimazioni potassiche aumenterebbero il grado di resistenza.

Anche Jordi e Spinks hanno dimostrato che la sola concimazione azotata aumenta nei cereali la sensibilità per gli attacchi dell'*Erysiphe graminis*. E non solo questo effetto venne constatato in pieno campo, ma anche in colture liquide aggiungendo a queste nitrato sodico e solfato di ammonio. Il fosfato di sodio non ha invece modificato in modo apprezzabile il grado di resistenza delle piante, mentre lo ha aumentato il cloruro di calcio. Spinka usando per irrigare le piante di frumento soluzioni molto diluite (1 :30.000 - 1 :100.000) di sali di litio (fosfato, carbonato e nitrato) ha affermato di aver reso immuni le piante stesse contro l'oidio.

Anche Vavilow trovò che in realtà con soluzioni molto diluite dei suddetti sali di litio diminuiva la sensibilità del frumento agli attacchi del parassita.

Risultati contradditori furono ottenuti col nitrato di zinco, che secondo Spinks avrebbe aumentato la recettività del grano per l'oidio, mentre, secondo Vavilow le varietà immuni restano immuni con lo stesso trattamento e cioè somministrando il nitrato di zinco nella proporzione del 0.03-0,05% di terreno secco. Il carbonato o il fosfato di zinco, secondo Spinks, non eserciterebbero alcuna influenza apprezzabile. Il nitrato di piombo aumenterebbe alquanto la sensibilità e un po' meno il carbonato.

Per le ruggini dei cereali molti tentativi sono stati fatti per dimostrare l'esistenza di un rapporto tra la nutrizione delle piante e l'attacco del parassita, ma malgrado le recise affermazioni di alcuni sperimentatori, non si è giunti che a queste conclusioni, che variando la concimazione varia il numero delle infezioni sopra una

stessa pianta e le dimensioni delle pustole, ma che il tipo d'infezione, proprio a ciascuna varietà della pianta ospite, resta immodificato, come non varia il grado di resistenza o di recettività, di modo che le varietà resistenti restano resistenti e quelle più recettive non diventano immuni. A queste conclusioni conducono concordemente le ricerche di Spinks, Voelcker, Gassner, Vavilow, Mains, Stakman e Aamodt, Hursh e di altri. Dal punto di vista pratico presentano un particolare interesse i risultati raggiunti da Stakman e Aamodt con esperienze condotte per 8 anni sull'influenza che le diverse concimazioni esercitano sullo sviluppo delle ruggini del grano. Una delle principali conclusioni a cui sono giunti i fitopatologi americani è che il grado della sensibilità all'attacco dovuta a cause intrinseche fisiologiche, tanto nelle varietà resistenti che recettive, non è modificato in modo apprezzabile con l'uso dei diversi concimi, mentre la resistenza dovuta a proprietà morfologiche può essere leggermente modificata. È stato confermato dalle esperienze di Stakman e di Aamodt che le piante concimate con azoto organico sono più facilmente attaccate di quelle non concimate o concimate con altre sostanze. Ma il fatto deve esser considerato in generale come la conseguenza di esser le piante cresciute troppo fitte o della ritardata maturazione.

Devesi però osservare che sotto l'influenza della concimazione azotata organica si formano, nell'epidermide delle foglie, pareti cellulari sottili, meati intercellulari di più grandi dimensioni del normale e un'apertura più accentuata degli stomi (Hursh). Inoltre lo sviluppo preponderante che con tali condizioni di nutrizione prende il clorenchima del culmo favorisce notevolmente lo sviluppo della *Puccinia graminis* (Hursh).

Lo spessore della cuticola aumenta con le concimazioni potassiche e lo sviluppo del tessuto meccanico è favorito dalle concimazioni fosfatiche, mentre la potassa stimola la formazione del clorenchima (Vageler).

Nei terreni umidi le forti concimazioni azotate determinano pure una grande produzione di paglia a scapito della formazione dei granelli, ciò che in qualche caso è stato attribuito erroneamente ai danni delle ruggini. In terreni poveri di azoto, il letame ed i nitrati hanno aumentato il raccolto senza aggravare gli attacchi delle ruggini. Nè l'acido fosforico nè la potassa hanno corretto gli effetti dannosi di un'eccessiva concimazione azotata in alcuni terreni. Solo nel caso di tempo caldo e secco l'abbondante concimazione azotata ha dato buoni risultati. Ma anche in altri casi è stato constatato una benefica influenza della concimazione azotata. Stakman e Levine hanno trovato che una forte somministrazione di nitrato sodico ha aumentato la resistenza delle piante contro l'attacco della ruggine. Interessante è l'osservazione che le spore formatesi su tali piante erano di piccolissime dimensioni.

Le conclusioni alle quali sono giunti Stakman, Levine e Aamodt possono forse essere ritenute per le più sicure ed attendibili, mentre numerosi e spesso contraddittori sono i risultati di numerosi altri sperimentatori, dei quali si citano qui i principali lavori.

I terreni calcarei favorirebbero l'attacco delle ruggini in confronto dei terreni ricchi di humus secondo Sajo, conclusione che è in parte contraddetta da quanto ha riferito Weiss, il quale somministrando sali di calcio (cloruro) ha ottenuto un aumento di resistenza. Sono stati sperimentati a questo riguardo anche i sali di magnesio e, secondo le esperienze di Pantanelli, il solfato aumenterebbe la sensibilità dei cereali alle ruggini, mentre il cloruro secondo Weiss, avrebbe l'azione opposta. Schaffnit e Rump constatarono un attacco più violento di *Puccinia graminis* concimando con gesso, non notarono alcun effetto apprezzabile nei riguardi della *P. glumarum*. Marchal avrebbe ottenuto, concimando con cloruro sodico, una sensibile diminuzione dell'attacco, mentre, secondo le esperienze del Weiss, questo sale non avrebbe alcuna

influenza nel modificare il grado di resistenza o di recettività.

I sali di litio secondo Spinks diminuirebbero la sensibilità delle piante verso le ruggini, eccetto il nitrato di litio che l'aumenterebbe. Raines ha constatato che il mais in seguito a deficienza di ferro è stato fortemente attaccato dalla *Puccinia Sorghi*, ciò che sarebbe confermato dalle esperienze di concimazione del grano con solfato di ferro, eseguite da Nazari, da Sajo su terreni calcarei, da Anderson, da Pantanelli e da Stakman. I risultati negativi ottenuti da Marchal si devono all'aver usato una concentrazione troppo elevata.

Benefica azione avrebbero anche il solfato di rame (Stakman), il nitrato di piombo o di zinco (Spinks). Secondo Pantanelli l'azione del solfato di rame sarebbe incapace d'impedire l'infezione. Il solfato di zinco, di alluminio ed il cloruro di bario possono aumentare alquanto la resistenza; il solfato di manganese stimola l'accrescimento delle piante e ne aumenta la recettività.

L'agricoltore non può certo basare un metodo di lotta efficace contro le ruggini utilizzando i risultati delle esperienze ora esposte, le quali servono solo a dimostrare quanto indirettamente e in qual modo incerto, per l'interferenza di cause diverse, possa esser modificato il grado originario di resistenza o di recettività per le ruggini variando le condizioni di nutrizione della pianta.

Fra le malattie prodotte da basidiomiceti superiori, è da ricordare prima di tutto la *scabbia* delle patate dovuta al parassitismo dell'*Hypochnus Solani* Prill. et Delacr. che è favorito notevolmente nel suo attacco contro i tuberi dalle concimazioni azotate organiche e dalla reazione acida del terreno, mentre può essere ostacolato dalla calcitazione (1). Le stesse condizioni sono da prendersi in considerazione per tutti gli attacchi di poliporei ed aga-

(1) Le recenti ricerche di Schaffnit e Meyer-Hermann hanno dimostrato che il micelio della *Rhizoctonia Solani* possiede una elevata tolleranza per la reazione alcalina e quindi la calcitazione contro questo fungo non dovrebbe riuscire molto efficace.

ricini che producono il marciume delle radici e la carie del fusto delle piante arboree.

Fra le malattie dovute a deuteromiceti o funghi imperfetti è da citare l'*antracnosi* della vite (*Manginia ampelina* Viala et Pacot.) come una malattia che è favorita dalle abbondanti concimazioni azotate mentre la resistenza della pianta può essere elevata con somministrazione di concimi fosfatici e potassici.

Le *gloeosporiosi* e le *colletotricosi* sono favorite in generale dall'acidità del terreno o dalla deficienza di calce, come avviene per es. per la malattia delle foglie del Platano prodotta dal *Gloeosporium nervisequum* Sacc.

Fra le malattie prodotte da ifali si possono citare le seguenti: il *brusone* del riso, prodotto dalla *Piricularia Oryzae* Br. et Cav., contro il quale la somministrazione di sali potassici e di perfosfati sembra abbia dato buoni risultati in Giappone, essendo favorita la malattia dalle sostanze azotate; il *vaiolo* dell'olivo, prodotto dal *Cycloconium oleaginum* Cast., contro il quale le piante aumentano di resistenza in seguito a somministrazione di calce; il *marciume secco* delle patate dovuto a *Fusarium* contro il quale sono vantaggiose le concimazioni potassiche.

B) **Parassiti animali.**

Per quel che riguarda l'influenza delle concimazioni sul grado di resistenza delle piante ai parassiti animali, le nostre cognizioni non sono molto numerose, anche per il fatto che di fronte alle condizioni nutritive delle piante ospiti, i parassiti animali si comportano quasi tutti nello stesso modo. Così i tessuti parenchimatici di consistenza molle e ricchi di sostanze di riserva, specialmente idrati di carbonio, quali si trovano nelle piante lautamente concimate con sostanze azotate, forniscono un ottimo nutrimento alla maggior parte dei più comuni parassiti animali delle piante agrarie, si tratti di vermi, di acari o d'insetti; per cui la concimazione più

indicata per elevare il grado di resistenza delle piante contro questi nemici è presumibile debba esser quella potassica e fosfatica. Ma ricerche sperimentali al riguardo, condotte con rigoroso metodo scientifico dovrebbero essere intraprese per stabilire con sicurezza sino a qual punto l'agricoltore può fare assegnamento sopra un simile mezzo indiretto di difesa.

Sono da citare qui le ricerche eseguite dal Davidson sulle condizioni che favoriscono od ostacolano l'attacco degli afidi sulle piante, giacchè queste esperienze possono servire come punto di partenza e di modello per ulteriori indagini.

Le esperienze del Davidson sono state eseguite sulla *Vicia Faba* relativamente all'attacco dell'*Aphis Rumicis*. Le piante che crescevano su terreno a cui era stata somministrata una concimazione minerale completa erano leggermente più infestate di quelle crescenti su terreno non concimato. Su sabbia non concimata con letame erano meno attaccate di quelle su sabbia letamata. Su sabbia bagnata con soluzione nutritiva normale le piante presentavano un attacco più forte di quello mostrato da piante crescenti su terreno bagnato dalla stessa soluzione.

I sali potassici somministrati ad alte dosi facevano aumentare l' attacco, ma lo facevano diminuire se dati in piccola dose.

Il solfato di magnesio determinava un aumento sensibile dell'attacco.

L'acidità del terreno, come la scarsa aereazione non hanno mostrato di avere un'influenza apprezzabile. Lo aumento dell'intensità luminosa e tutte le condizioni che favoriscono il processo dell'assimilazione fotosintetica del carbonio hanno fatto aumentare l'attacco degli afidi. Sono da citare anche le ricerche del Loew che in esperienze eseguite con concimazioni diverse ha dimostrato che i sali potassici aumentano in generale la resistenza delle piante contro questi insetti.

CONCLUSIONI.

I fatti che risultano dalle nostre nozioni attuali sulla azione dei fertilizzanti nei riguardi della fitopatologia si possono riassumere come segue:

1) Le condizioni di nutrizione determinano nelle piante un grado più o meno elevato di resistenza, come di suscettibilità, verso cause patogene organiche o inorganiche, sia modificando le proprietà istologiche e istochimiche o tutta l'attività funzionale dell'organismo vegetale, sia ostacolando o favorendo l'azione delle cause patogene stesse.

2) In generale la prevalente concimazione azotata aumenta la suscettibilità delle piante verso numerose cause avverse, mentre le concimazioni fosfatiche e potassiche tendono ad aumentare il grado di resistenza contro le stesse cause. Non si può stabilire però una legge generale a un tal riguardo, giacchè una stessa sostanza fertilizzante può ostacolare una data causa patogena come può favorirne un'altra. Lo stesso può dirsi della reazione del terreno e dei relativi correttivi.

3) Le sostanze fertilizzanti agiscono sul meccanismo della resistenza, e quindi anche sulla maggiore o minore suscettibilità della pianta alle cause patogene, sempre indirettamente ed in funzione dei fattori locali della vegetazione.

4) Dalle precedenti nozioni risulta che per raggiungere un progresso nei risultati utili nella lotta contro le cause avverse alle piante agrarie, occorre che la sperimentazione sull'azione protettiva delle concimazioni sia fatta con rigoroso metodo comparativo in laboratorio e in campo. In laboratorio, con le colture liquide o su sabbia, sarà determinato specialmente il rapporto quantitativo, fra la sostanza fertilizzante in esperienza e gli altri elementi nutritivi forniti alle piante, a cui corrisponda il massimo della resistenza contro una data causa patogena; in campo, le stesse prove saranno eseguite in rapporto alle condizioni pedologiche e climatiche locali.

L. Petri.

BIBLIOGRAFIA (1).

Arrhenius O. W., *Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum.* Akad. Verlagsgesellschaft Leipzig 1926, S. 67-69.

Chancerel L., *Action des engrais sur les végétaux ligneux.* Paris, Vigot Frères Ed. 1909.

Davidson J., *Biological studies of* Aphis Rumicis *L. The penetration of Plant tissues and the source of the food supply of Aphis.* « Ann. App. Biol. » X, 1923.

— *Biological studies of* Aphis Rumicis *L. Factors affecting the infestation of* Vicia Faba *with* Aphis Rumicis. « Ann. App. Biol. XII », 1925.

Dahm P., *Pflanze und Reaktion ihres Substrates. Sitzber. Naturw. Abt. Niederrhein. Ges. f. Nat. u Heilk.* Bonn 1924.

Gleisberg W., *Pflanzenzüchtung, rationelle Düngung und Pflanzenschutz. Kalkverlag.* Berlin 1923.

Hansteen B., *Ueber das Verhalten der Kulturpflanzen zu der Bodensalzen.* « Jahrb. für wiss. Bot. », 1910 e 1914.

Hudig J., *Diseases of crops on alcaline and sour soils.* Report of the intern. Conference of Phytopathology and Economic Entomology, H. Veenman & Sons. Wageningen, 1923.

Konsuloff S., *Die oligodynamische Wirkung des destillierten und des Leitungswassers auf höhere Pflanzen.* « Biolog. Centrbl. », 1928, XLVIII, p. 65.

Loew O., *Blattläuse und Düngung.* « Ernährung der Pflanze », XX, Jahrg. 1924, p. 25.

Mc. Hargue J. S., *Significance of the occurrence of Manganese, Copper, Zinc, Nickel and Cobalt, in Kentucky Blue Grass.* Poa pratensis. « Industrial a. Engineering Chemistry » 1927, XIX, p. 272-276.

Müller E., *Die Schutzwirkung der Kalidüngung gegen Krankheiten bei Getreide und Kartoffeln.* « Ernährung der Pflanze » 1928, XXIV, p. 121.

Oskiersky H. V., *Unters. über die Beziehungen zwische Bodenreaktion und Pflanzenwachstum.* « Bot. Archiv. », 1928, XX, p. 22-42.

Petri L., *Lo stato attuale di alcune questioni concernenti le ruggini dei cereali.* « Boll. R. Stazione di Pat. Veg. », 1926.

— *Sulle cause dell' arricciamento della vite.* « Boll. della R. Staz. di Pat. Veg. di Roma «, a. IX, n. s. 1929.

Pratolongo U., *Manuale di Chimica Agraria.* Milano, 1925, pag. 235.

(1) Sono citati qui alcuni lavori nei quali si troveranno le indicazioni bibliografiche relative alle singole ricerche.

Prianischnikow D., *Zur Frage nach der Ammoniakernährung von höheren Pflanzen.* « Bioch. Zeitschr. », Bd. 207, 1929, p. 341.

Cfr. anche dello stesso A. nella stessa « Zeitschr. », Bd. 182, 1927, p. 212.

Sullo stesso argomento cfr. anche: Dikussar S. G., in « Journ. für Landwirt. Wissensch. » Moskau, VI, 1929, pag. 74; Mevius W. e Engel H. in « Planta » IX, 1929, p. 1; Pirschle K., ibidem, p. 84.

Rubinstein D. L., *Das Problem des physiologischen Ionenantagonismus.* Protoplasm. 1928, IV, p. 259

Schaffnit E. und Volk A., *Über den Einfluss der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Parasiten. I Teil. Forschungen a. d. Gebiete d. Pflanzenkrankheiten und der Immunität in Pflanzenreich.* 3 Heft, Verlag Fischer. Jena 1927, S. 1-79.

— *Über den Einfluss der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Parasiten. II Teil.* « Phytopathol. Zeitschrift. ». Bd. I, S. 535 *bis* 574.

— und Meyer-Hermann K., *Ueber den Einfluss der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen.* « Phytopathologische Zeitschrift. », Bd. II, Heft. 2, 1930.

Schneidewind W., *Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.* Berlin, P. Parey, 1928.

Sejbold A., *Zur Kenntnis der oligodynamischen Erscheinungen.* Biol. Centrbl. 1927, XLVII, p. 102.

Sommer A. L. and Lipman C. B., *Evidence on the indispensible nature of zink and boron for higher green plants.* « Plant Physiology » 1926, I, p. 231.

Sorauer P., *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, Bd. I, 1924, S. 39-41.

Tiemann E., *Der Einfluss der Ernährung auf die Empfänglichkeit dei Pflanzen für parasitische Krankheitein und deren mögliche Ursachen.* (Dissertation, Bonn 1924).

— *Erfolgreicher Düngungsversuch zu Orangen in Südafrika.* « Ernährung. d. Pflanzen » 1928, XXIV, p. 124.

Yoshii Y., *Einige Versuche über die Wirhung des Aluminiums auf die Pflanze.* (Sc. Rep. Tôhoku Imp. Un. 1928, III, n. 4, p. 547-59).

Zimmermann A., *Sammelreferate über die Beziehungen zwischen Parasit und Wirtspflanze.* Centralbl. f. Bakt., Bd. 63, 1925.

La formazione dei conidi e la germinazione delle oospore della " Sclerospora macrospora „ Sacc.

I. — La " Sclerospora macrospora „ nella campagna granaria 1928-29 (1).

Durante la campagna granaria che sta per chiudersi ho potuto accertare la presenza della *Sclerospora macrospora* Sacc. nei seminativi di diverse regioni della Valle Padana e dell' Italia Centrale. Sporadica, circoscritta nella prima, diffusa largamente in guisa da compromettere interi appezzamenti nella Alta Valle del Tevere e nell'ambito di altri fiumi torrentizi dell'Umbria.

Quest' indicazione topografica, che collega il manifestarsi dell'infezione peronosporica dei seminati di frumento alla vicinanza dei corsi d'acqua, è giustificata dal fatto che, com'ebbi a rilevare dal 1900 in poi, lo sviluppo di questo strano parassita è subordinato tassativamente alla sommersione anche breve dei seminati stessi.

Sommersione determinata, in taluni casi, da esondazioni delle acque dei fiumi o torrenti in piena; da rottura degli argini o da rigurgito delle acque di scolo, quando la piena dei collettori ne impedisca il regolare scarico. Queste condizioni di fatto piuttosto eccezionali determinano infezioni peronosporiche dei seminati su estensioni talora vastissime, mentre sono più frequenti casi di infezione, limitati alle testate degli appezzamenti ed ai fianchi, in conseguenza della giacitura depressa e dei difetti di scolo delle acque meteoriche cosicchè l'infezione anzidetta vi assume carattere endemico ma circoscritto.

(1) Nota pubblicata nel « Rendic. R. Accad. d. Scienze dell'Istituto di Bologna », 1929.

A seconda dell'epoca in cui avviene la contaminazione, presumibilmente in coincidenza immediata coll'allagamento dei seminativi, si hanno manifestazioni patologiche notevolmente disparate.

Un primo tipo, conseguente agli allagamenti che sopravvengono nella fase vegetativa preinvernale, è rappresentato da cespi soggetti ad una intempestiva, folta tallitura, rimanendo i singoli getti brevi, fittamente costipati, clorotici, soggetti a rapido disseccamento senza deformazioni sensibili degli organi colpiti.

Quando l'infezione si manifesti alla ripresa della vegetazione, in coincidenza al periodo della tallitura normale, i cespi colpiti presentano una lussureggiante vegetazione erbacea; foglie più ampie e più acquose, di un colore dapprima verde carico ma che declina nel volgere di pochi giorni in una clorosi diffusa. Molti cespi disseccano in questa fase erbacea; altri sviluppano culmi, dei quali alcuni normali ed altri in maggioranza soggetti alle caratteristiche deformazioni aventi sede specialmente nell'ultima foglia inguainante la spica e sopratutto la spica stessa che presenta tutta la gamma di deformazioni dell'asse e virescenza dei fiori che ho descritto per primo, nel 1900, e che successivamente furono segnalate da diversi Autori italiani ed esteri.

Le condizioni di fertilità del suolo influiscono notevolmente sul comportamento delle piante colpite. Molto interessante sotto questo aspetto una infezione sopravvenuta in vari appezzamenti di frumento coltivati in una golena del torrente Samoggia, in prossimità allo sbocco nel Reno. La golena stessa fu ripetutamente inondata nell'autunno 1928 e nel marzo 1929. Per rimediare all'ingiallimento diffuso, rivelato alla ripresa della vegetazione ed attribuito in un primo tempo dal colono a sfavorevoli condizioni del suolo, fu sparso del nitrato di soda a due riprese in ragione di una cinquantina di chili per ettaro. Orbene accertata successivamente la causa dell'anormale vegetazione, fu evidente la reazione di

molte piante sotto lo stimolo del nitrato in quanto in mezzo alla vegetazione peronosporata sorsero e si svilupparono numerosi culmi. Di questi ve ne furono che maturarono regolarmente la spica, altri che presentarono le caratteristiche deformazioni, parziale virescenza dei fiori e non pochi fiori fertili; altri infine totalmente sterili e con spiche mostruosamente deformate.

Comunque questa prova sta ad indicare che aiutando la pianta con concimi a pronta azione, è possibile conseguire un certo effetto utile. Donde l'opportunità di segnalare quella forma precoce di infezione che può anche sfuggire a chi si attenga alla convenzionale diagnosi della *Sclerospora macrospora,* circoscritta alle appariscenti deformazioni della spica.

*
* *

L'infezione avvertita nell'ambito delle golene del torrente Samoggia mi ha consentito di ripetere quelle osservazioni fatte nel 1900 nell'ultimo tratto della Valle del Tevere e successivamente in diverse zone di bonifica del Ferrarese. Prima di tutto la pluralità di ospiti suscettibili di albergare la *Sclerospora macrospora;* fra questi ospiti, *Phragmites communis,* la comune cannuccia da palude di cui constatai la caratteristica infezione nei getti dell'annata; caratteristica sebbene non accompagnata da vistose deformazioni delle foglie. Queste presentansi relativamente morbide di un verde tenero che scompare col subentrarvi la clorosi diffusa dei tessuti. Anche la cannuccia presenta una successiva proliferazione di gemme avventizie attorno ai nodi da cui si originano gli scopazzi che descrissi nel 1900. Procedendo ad una ricognizione lungo l'alveo del Samoggia si distinguono a prima vista gli esemplari di cannuccia sani da quelli peronosporati che hanno aspetto rattrappito e cespuglioso in seguito all'affastellarsi dei getti, provocato dal parassita.

Propendo tuttavia ad attribuire notevole importanza a questo *habitat* della *Sclerospora macrospora* quale fonte perenne di infezione dei seminativi di frumento oltrechè di altre graminacee coltivate o spontanee. La cannuccia vive nell'alveo e lungo le sponde dei corsi d'acqua, cosicchè in caso di piena e di inondazione, le acque limacciose investono in un primo tempo gli avanzi della vegetazione della cannuccia stessa, compresi gli esemplari peronosporati che si risolvono in ammassi di oospore.

Degna di rilievo l'infezione di alcuni cespi di *Holcus lanatus,* rintracciata prima della differenziazione dell'infiorescenza e determinante pertanto la caratteristica prolificazione o tallitura estemporanea. Questo materiale, fissato in alcool appena raccolto, consentì alcuni interessanti rilievi circa la morfo-biologia del parassita. Nè a me, nè ad altri studiosi era riescito mai di rintracciare accenno alcuno a fruttificazioni diverse dalle voluminose oospore. Insistendo anzi, sulla assenza di fruttificazioni conidiali il Prof. C u b o n i opinava che fosse lecito dubitare che codesto parassita dovesse veramente inscriversi al genere *Sclerospora.*

Sulle foglie di *Holcus* che, all'atto della fissazione in alcool presentavansi caratteristicamente depigmentate — più che clorosi tendenza all'albicazione — ho rinvenuto sporgenti fuori dagli stomi voluminosi conidi, papillati, limoniformi misuranti 60-70 μ × 52-38 μ. Questi conidi sono congiunti al micelio, addensato lungo le venature delle foglie, da un brevissimo peduncolo e sembrano derivare dai glomeruli di micelio che occupano la camera ipostomatica, che segnalai sino dal 1901 come presumibili o rudimentali conidiofori.

Comunque la conformazione delle fruttificazioni conidiali osservate sulle foglie di *Holcus* si allontana di fatto dalle tipiche specie di *Sclerospora* e trova riscontro piuttosto in alcune specie di *Phytophthora.*

Le importanti e geniali osservazioni compiute dal

W e s t o n sulla produzione e disseminazione dei conidi nelle diverse specie di *Sclerospora*, viventi parassite del Mais e di altre graminacee nelle Isole Filippine, consentirebbero di rendersi conto del modo con cui questo fenomeno avviene anche nel caso della *Sclerospora macrospora*. I conidiofori di *Scl. philippinensis* e *Scl. spontanea* si sviluppano soltanto di notte e quando la lamina foliare è ricoperta da un velo di rugiada ed in genere di acqua liquida: essi sboccano fuori dagli stomi, differenziano rapidamente i conidi che vengono a staccarsi appena maturi e sono disseminati dalle correnti aeree o trascinati dalle goccie di rugiada o pioggia.

Mentre in queste Sclerospore vi ha una profusa fruttificazione conidiale così come nelle specie indiane descritte dal B u t l e r (*Scl. Maydis*) e da altri Autori non ne è mai stato rintracciata la forma *oosporica*. Il che rappresenta un abito biologico di questi funghi antitetico di fronte a *Scl. macrospora* nella quale la formazione delle oospore è così sollecita e profusa in tutti gli ospiti.

II. — La germinazione delle oospore di " Sclerospora macrospora „ (1).

Il ciclo biologico delle numerose specie di *Sclerospora*, descritte in Europa, America, India, nelle Filippine da diversi Autori, presenta tuttora svariate incognite. Le genialissime osservazioni del W e s t o n jr.(2) hanno chiarito il meccanismo di formazione dell'appa-

(1) Nota pubblicata nel « Rendic. R. Accad. d. Scienze dell'Istituto di Bologna », 1930.

(2) Weston jr. W. H., *Philippine Downy Mildew of Maize*. J. of Agr., Res. 19 marzo 1920.

Id., *Another conidial Sclerospora of Philippine Maize*. Ibid., 20 settembre 1921.

Id., *Production and dispersal of conidia in the Philipp. Sclerosporas of Maize*. Ibid., 23 aprile 1923.

rato conidiale in alcune specie scoperte nelle isole Filippine, ove esse recano gravissimi danni alle coltivazioni di granoturco, canna da zucchero ed altre graminacee. Anche per la *Scl. graminicola,* che da noi circoscrive il suo parassitismo prevalentemente se non esclusivamente su *Setaria viridis* e *S. verticillata* ma che negli Stati Uniti ed in India riesce a danneggiare il Mais e qualche altra graminacea coltivata, si possiedono interessanti rilievi circa l'evoluzione dei conidiofori e dei conidi.

A queste fruttificazioni spiccatamente evanescenti sembra doversi attribuire scarso significato quali agenti di diffusione del parassita nelle condizioni naturali d'ambiente, sebbene di alcune specie questa, conidiale, sia la sola forma di fruttificazione nota. Tale è il caso di *Scl. javanica, Scl. Maydis, Scl. Sacchari, Scl. philippinensis,* attorno alle quali si possiedono i già ricordati studi del W e s t o n jr.

Significato incomparabilmente maggiore hanno le *oospore* dal punto di vista della conservazione della specie e riproduzione della malattia. Conviene innanzi tutto ricordare che la differenziazione di questi organi quiescenti procede secondo due tipi diversi rispettivamente rappresentati da *Scl. graminicola,* a cui si possono riavvicinare *Scl. noblei* e *Scl. Northi,* recentemente descritte dal W e s t o n (1) e *Scl. macrospora.* Come ho rilevato anni or sono (2) la formazione delle oospore negli organi invasi da *Scl. graminicola* richiama il comportamento caratteristico di talune Ustilaginee in quanto la sporificazione è preceduta da una speciale disgregazione, da un processo lisigenico dei tessuti del-

(1) Weston jr. W. H., *A new Sclerospora from Fiji.* Phytopath, 19 ottobre 1929.

Id., *A new Sclerospore from Australia.* Phytopath, 19 dicembre 1929.

(2) Peglion V., *Ueber die Biologie der Sclerospora.* Centr. Bakt., 2.ª abt, 1910, p. 580.

l'ospite, in seno ai quali si è localizzato il micelio; onde, a sporificazione compiuta, le oospore formano ammassi incoerenti, inclusi tra le fibre, i fasci fibro-vasco-

Fig. 1. — Germinazione delle oospore di *Sclerospora macrospora*. Inizio di differenziazione del macroconidio.

lari e gli avanzi dell'epidermide e la disseminazione può facilmente accadere per opera degli agenti naturali, sopratutto vento e pioggia.

Nella *Scl. macrospora* le oospore si differenziano rimanendo solidamente incastonate nello spessore del pa-

renchima o in seno ai fasci fibro-vascolari, cosicchè per isolarle occorre procedere alla dissociazione dei tessuti con idrato potassico, a caldo, ovvero con altro processo di macerazione degli organi colpiti.

Comunque, nella forma dissociata, polverulenta o in quella aggregata, il comportamento di queste oospore è rimasto misterioso. È agevole riprodurre l' infezione nella *Setaria viridis,* incorporando le sementi a terreno cosparso di oospore di *Scl. graminicola* : sembra che l'infezione avvenga durante il periodo germinale e la comparsa delle fruttificazioni conidiali sulle foglioline si avverte sino dalle prime fasi vegetative delle piantine. Il M e l h us (1) in collaborazione col van H a l t e r n ed il B l i s s è riuscito a riprodurre l'infezione oltrechè su *Setaria,* su piantine di *Euchlaena, Holcus, Saccharum* e *Zea.* La germinazione delle oospore avviene quindi molto rapidamente, nelle condizioni naturali d'ambiente ma non resulta che i suddetti Autori abbiano potuto seguirne lo svolgimento.

Anche a me, i numerosi tentativi di promuovere la germinazione delle oospore di *Scl. graminicola* e *Scl. macrospora,* riescirono, in passato, vani. Eccezionalmente nel febbraio 1914, portando innanzi di pari passo prove di germinazione di oospore di *Plasmopara viticola* e di *Scl. macrospora,* mi fu dato di osservare la schiusura di un'oospora di quest'ultima specie, con formazione di un voluminoso macroconidio sorretto da un breve peduncolo. Le prove eseguite secondo le indicazioni di R a v a z, che davano ottimi e costanti resultati, e cioè profusa formazione di macroconidi, colle oospore di *Pl. viticola,* fornirono soltanto quell'unico caso positivo colle oospore di *Sclerospora* ; tant'è che mi limitai ad una prudenziale annotazione sul registro di laboratorio.

(1) Melhus, van Haltern and Bliss, *A study of Scl. graminicola on Setaria viridis etc.* Res., Bull. n.° III. Agricult. Exp. Station Iowa, 1928.

Coll'abbondante materiale raccolto nella campagna scorsa, ho ripreso le prove di germinazione, ponendo frammenti di foglia infarciti di oospore di *Scl. macro-*

Fig. 2. — Germinazione delle oospore.
Formazione diretta di macroconidio.

spora su dischetti di carta bibula in scatole di Petri ed esaminando metodicamente il materiale, serbato alla temperatura d'ambiente. A partire dai primi giorni del dicembre, alcune oospore hanno cominciato a germinare, e quotidianamente è stato possibile seguirne le fasi evolutive: lo spesso tegumento, rappresentato dalla parete oogoniale ispessita e strettamente aderente all'episporio, si spacca e dalla fessura sporge ad ernia un abbozzo di tubo germinale a parete sottile, che si allunga più o meno e si differenzia apicalmente in un voluminoso macroconidio. L'intero contenuto plasmatico dell'oospo-

ra si addensa a formare il macroconidio che si separa dal tubo germinale svuotato con un setto, molto appariscente e quindi si stacca restando sospeso nel velo di acqua in seno al quale è avvenuta la germinazione.

Fig. 3. — Germinazione delle oospore.
Formazione diretta di macroconidio.

I macroconidi maturi hanno aspetto limoniforme con una papilla molto accentuata e misurano da μ. 75-80 a 55-60.

Riesce assai disagevole seguire l'ulteriore evoluzione di codesti organi che si differenziano in mezzo agli avanzi dei tessuti oosporiferi. Si tratta probabilmente di zoosporangi in quanto salvo qualche raro caso in cui la papilla apicale accenna a svilupparsi a guisa di tubo germinale, si riscontrano avanzi dei conidi stessi, completamente vuoti e coll'anzidetta parte apicale, già pa-

pillata, nettamente stroncata, mentre nell'acqua che bagna i frammenti in coltura, pullulano zoospore.

Fig. 4. — Macroconidio ben differenziato.

Il numero di oospore germinanti è ristretto in confronto alle masse di questi organi addensati nei tessuti ospiti; nelle prove eseguite le prime germinazioni si sono constatate dopo un periodo di permanenza in ca-

mera umida variabile da 15 a 20 giorni, a temperatura relativamente bassa, non superiore a +18° c.

Poscia, scalarmente, di giorno in giorno, le germinazioni proseguono. Accadrà lo stesso nelle condizioni naturali d'ambiente? I macroconidi sopravvivono immutati o iniziano una fase saprofitaria nel ciclo del fungo? Queste ed altre incognite potranno essere delucidate da ulteriori ricerche così da chiarire definitivamente il meccanismo evolutivo di quelle infezioni a tutta superficie che conseguono infallibilmente alle sommersioni, anche di breve durata, dei seminati di frumento.

Laboratorio di Biologia Agraria
del R. Istituto Superiore Agrario di Bologna.

V. Peglion.

RICERCHE SULLE RUGGINI DEI CEREALI

II.

La germinazione delle teleutospore di " Puccinia graminis „ e " P. triticina „

La germinazione delle teleutospore del genere *Puccinia* ha formato oggetto di ricerche di diversi Autori. Dalla ricca letteratura esistente al riguardo risulta che tutti i ricercatori hanno avuto germinazioni più o meno abbondanti per quasi tutte le specie esaminate, ora mettendo semplicemente le teleutospore in camera umida con acqua, ora ricorrendo a svariati artifici. Per quello che mi risulta, molte sono state le specie studiate sotto questo riguardo, fra esse ricordo *Puccinia malvacearum* Mont. [35], *P. antirrhini* [14], *P. emiliae* [21], *P. xanthii* [21], *P. asparagi* [20], *P. sidowiana* [20], *P. sorghi* [20 e 34], *P. ruelliae* [20], *P. menthae* var. *americana* [20], *P. windsoriae* [20], *P. andropogonis* [20], *P. peridermiospora* [20], *P. helianthi* [20], *P. coronata* [15], *P. graminis* [36], *P. triticina* [29 e 33], *P. coronifera* [10], *P. phragmitis* [18], *P. magnusiana* [18], ecc.

Particolarmente interessanti sono, per le mie ricerche, i risultati di germinazione per le puccinie parassite del grano ed in ispecie per *P. graminis, P. triticina* e *P. glumarum*. Molti autori stranieri hanno descritto germinazioni per queste *Puccinia*, ma in Italia i pochi ricercatori che si occuparono di questo argomento non ottennero risultati positivi con i trattamenti cui le teleutospore furono sottoposte. Io stesso fin dalla primavera del 1928 avevo fatto molti tentativi prendendo in considerazione molti fattori, come luce, calore, anidride carbonica ecc., senza alcun risultato positivo [33]. In seguito in diverse riprese e in diverse stagioni feci altri tentativi sempre infruttuosi. Nell'anno in corso ho eseguito altre esperienze di cui qui espongo i risultati.

Ho preso in modo particolare in considerazione le specie *P. graminis* e *P. triticina* che sono le specie più comuni sul grano in Italia e nello stesso tempo quelle che determinano i maggiori danni.

Esaminando la letteratura si rileva che un fatto è stato da tutti constatato (Eriksson [9], Thiel [36], Maneval [21], Ducomet et Foex [7]) e cioè che le teleutospore di queste ruggini non possono germinare immediatamente dopo la loro formazione, ma hanno bisogno di un periodo più o meno lungo di riposo durante il quale devono essere sottoposte all'aperto alle condizioni naturali meteoriche che, data la stagione in cui avviene il riposo, (fine dell'autunno e inverno) consistono in freddi più o meno intensi, geli alternati a disgeli e pioggie. Dopo qualche tempo passato in queste condizioni possono germinare essendosi verificate quelle trasformazioni plasmatiche che molti autori chiamano *post-maturazione*. Tuttavia gli autori che abbiano osservata in Italia la germinazione in natura sono ben pochi, per quanto è a mia conoscenza; solo Dietel [4] trovò nei pressi di Bolzano teleutospore di *P. graminis* naturalmente germinanti in campagna.

Altri Autori che si sono occupati di questo argomento

all'estero hanno ottenuto la germinazione in laboratorio sia dopo trattamenti speciali, sia senza trattamenti ma favorendola con l'umidità e la temperatura.

Blackman [2] fin dal 1903 affermava che le teleutospore di *P. graminis* immerse nell'acqua davano origine solo a promicelio di notevole lunghezza senza però formare basidiospore che si producevano quando il promicelio, uscendo dall'acqua, penetrava nell'aria.

Klebhan [18] nel 1914 eseguiva numerosissime esperienze sottoponendo le teleutospore di *P. graminis* a diversi trattamenti: freddo continuo, svernamento all'aperto, svernamento in laboratorio, immersioni in acqua non cambiata, immersioni in acqua corrente continua o alternata con periodi all'asciutto ecc. In tutte queste esperienze ottenne risultati diversi: in alcuni casi abbondanti germinazioni, in altri scarse, in altri ancora nessuna germinazione.

Dietel [5] dimostrò che l'aria è necessaria alla germinazione e che le teleutospore fin quando erano sottratte all'azione dell'aria non germinavano, mentre la germinazione avveniva prontamente quando lo stesso materiale era riportato all'aria. Anche Dietel applicò lo stesso metodo di Klebhan di sottoporre le teleutospore a periodi alternati di immersione in acqua e di emersione.

Nei climi molto freddi, come in Russia, si ottenne abbastanza facilmente la germinazione, ma il Roussakov [30 e 31], che studiò il fenomeno per la steppa di Kamennaya nella Russia sud-orientale, afferma invece che la germinazione avviene più facilmente e più abbondantemente in quelle teleutospore che siano state in esposizione più calda o che abbiano passato un periodo in ambiente caldo e in atmosfera quasi satura di umidità.

Il fattore umidità è stimato molto importante per la germinazione non solo dal succitato Autore, ma anche da Melhus, Durrel e Kirby [22] che studiarono la germinazione di *P. graminis* a Giava e constatarono che la germinazione non è possibile se l'umidità dell'aria è inferiore al 96,5%.

Thiel e Weiss [36] ricorsero a diversi trattamenti chimici per stimolare la germinazione delle teleutospore di *P. graminis;* fra i molti tentati uno solo dette resultati soddisfacenti e cioè l'immersione per un tempo più o meno lungo (l'ottimo fu di 15') delle paglie con teleutosori in soluzione di acido citrico all'1% e poi l'esposizione in ambiente a 6° C.; con questo metodo ottennero dopo circa 20 giorni il massimo di germinazioni. In Italia pochi studiosi si sono occupati di questo argomento, mentre invece numerose sono le osservazioni sull'epoca di comparsa degli uredosori sul grano. Ciò perchè è ormai generalmente accettata l'ipotesi che il principale mezzo di conservazione e diffusione delle ruggini nel nostro clima, assai temperato, sia quello della persistenza dello stato uredosporico, ipotesi confortata da numerose osservazioni di italiani e stranieri di uredospore ospitate per tutto l'inverno su graminacee spontanee [23] (1).

Recentemente Rivera e Corneli studiando le ruggini nell' Agro di Perugia [29], si sono anche occupati della germinazione delle teleutospore, tentando, ma inutilmente, diversi artifici per stimolarne la germinazione; esito ugualmente negativo ha dato la ricerca, nelle campagne di Perugia, di ecidii di *P. graminis* sul *Berberis vulgaris*. Ricerche da me fatte nelle campagne nei pressi di Roma, Frosinone e Carsoli sulle specie nostrali di *Thalictrum* non hanno condotto a ritrovare alcun ecidio riferibile al ciclo della *P. triticina;* per la *P. graminis* non ho nelle stesse località, fino ad ora trovato il *Berberis* e quindi la conservazione di questa specie si deve supporre almeno in parte dovuta alla presenza di graminacee spontanee, se non vuol spiegare con la trasmissione a mezzo dei semi.

---

(1) Vedi letteratura citata nel lavoro di Montemartini.

*
* *

Quest'anno parallelamente alle esperienze di germinazione delle teleutospore di *P. graminis* e di *P. triticina* sottoposte a metodi di stimolazione diversi da quelli degli anni passati e alle osservazioni su *Berberis* e su *Thalictrum* per rintracciare le forme ecidiche rispettive, ho anche eseguite ricerche su paglia lasciata in campagna all'aperto, e quindi alla diretta influenza degli agenti meteorici, dall'epoca della trebbiatura in poi.

Ho fatto a questo scopo parecchi prelevamenti di paglia rugginosa, avendo cura di prendere sia quella più superficiale, sia quella più profonda che, essendo quasi al contatto del terreno, era più umida ed aveva subìto o stava subendo processi di putrefazione e quindi poteva essere stata stimolata da acidi organici deboli che si originano nei processi di umificazione. Il primo prelevamento di due campioni (superficiale e profonda) fu eseguito il 5 febbraio, la paglia fu subito messa in un recipiente di vetro a chiusura perfetta affinchè il materiale rimanendo in un ambiente presto saturato di vapor d'acqua, non soffrisse pel disseccamento. L'accurato esame del materiale, eseguito il giorno seguente, ha fatto rilevare teleutospore delle due specie in istudio in ottime condizioni di conservazione, ma senza alcun accenno a prossima germinazione. Altri prelevamenti fatti il 20 febbraio, il 2 marzo e il 10 marzo con le stesse precauzioni già ricordate, non hanno mostrato alcuna teleutospora nè germinante nè in procinto di germinare.

Le osservazioni in natura, che quest'anno sono state fatte in una sola località, saranno l'anno prossimo continuate facendo prelevamenti da località diverse che possibilmente si trovino anche in condizioni differenti.

Il reperto di teleutospore germinanti in natura avvenuto a Bolzano non ci autorizza, non ostante le diffe-

renze climatiche, a negare assolutamente la possibilità che anche nel Lazio le teleutospore, lasciate in ambiente naturale, germinino spontaneamente.

*
* *

Per i tentativi di germinazione il materiale adoperato era di diversa età e di differente origine: in parte era dei dintorni di Roma e di Anagni del raccolto del 1928 conservato all'aria e in erbario, in parte di Anagni del raccolto 1929 e in parte dell'Alto Adige (raccolto e favoritomi dal Dott. M. Mencacci) del 1929.

Le esperienze di germinazione furono fatte con quattro diversi metodi: 1) in goccia pendente di soluzioni diverse con materiale preso direttamente dalle paglie senza alcun trattamento; 2) in goccia di acqua distillata con materiale trattato per tempi diversi con acqua; 3) in goccia di acqua distillata con materiale trattato con mezzi chimici; 4) in goccia di acqua distillata con materiale trattato con mezzi fisici.

Le prove si protrassero dal gennaio a tutto aprile alla temperatura del Laboratorio.

Una prima constatazione fatta fu della incapacità di germinare delle teleutospore di un anno (cioè del raccolto del 1928) in qualsiasi modo trattate. Questo fatto era già stato constatato da Eriksson [9], ma meritava una conferma per i nostri climi così differenti da quelli dell'Europa settentrionale.

I risultati dei tentativi con materiale senza alcun trattamento sono stati decisamente negativi non ostante che le teleutospore fossero state messe in goccia pendente di acqua distillata, di acqua di fonte, di soluzione di glucosio all'1%, di soluzione di asparagina all'1% e di infuso di letame a diverse concentrazioni. Nessuna teleutospora nè di *P. graminis*, nè di *P. triticina* accennò mai ad iniziare la germinazione alla temperatura di circa 22° C.

Per i trattamenti delle teleutospore in acqua ho seguito i metodi usati e descritti da Klebhan [18] e in seguito ripetutamente esperimentati da altri con buoni risultati. Visto che il Klebhan stesso riconobbe assolutamente inefficace l'immersione del materiale in acqua

Fig. 1. — Teleutospora di *P. graminis* trattata per periodi di 8 giorni con acqua corrente a 11° C. e periodi uguali di asciutto per 24 giorni; germinazione anormale in goccia d'acqua dopo 7 giorni di permanenza.

non corrente e non cambiata, ho limitato i trattamenti al metodo dell'acqua corrente tenuta costantemente a 11° C. facendo le seguenti categorie di prove:

a) immersione del materiale in acqua corrente continua per 24 giorni a 11° C.;

b) trattamento del materiale alternativamente per 8 giorni in acqua corrente a 11° C. e per 8 giorni a secco, in totale 16 giorni in acqua e 8 all'asciutto;

c) trattamento del materiale alternativamente per 3 giorni in acqua corrente a 11° C. e per 3 giorni a secco, in totale 12 giorni in acqua e 12 giorni all'asciutto;

d) trattamento del materiale alternativamente per 1 giorno in acqua corrente a 11° C. e per 1 giorno a secco, in totale 12 giorni in acqua e 12 giorni all'asciutto.

Fig. 2. — Germinazione anormale in acqua di teleutospora di *P. graminis* dopo trattamento in acqua corrente a 11° C. per 4 periodi di 3 giorni alternati con 4 periodi di 3 giorni all'asciutto.

Questi trattamenti subirono teleutospore del 1928, teleutospore del 1929 del Lazio e teleutospore del 1929 dell'Alto Adige (1). Già ho detto che le teleutospore del 1928 non dettero germinazioni. Il materiale invece del 1929 del Lazio mostrò di aver ricevuto una stimolazione dai trat-

(1) Il materiale così trattato veniva stemperato su vetrini porta oggetti sia in goccia d'acqua distillata, sia su un velo lievissimo di vapor d'acqua condensato e quindi in parte coperti con una celletta di vetro, in parte lasciati scoperti in una grossa scatola di vetro dove vi era una atmosfera tenuta satura di umidità da cotone idrofilo imbevuto d'acqua.

tamenti perchè molte teleutospore dettero una germinazione anormale per le sue caratteristiche. Infatti essa non ha nulla a che vedere con la germinazione tipica che ha per risultato la formazione di un basidio con le quattro basidiospore. Mentre nella germinazione tipica si ha emissione, da una o da tutte e due le cellule teleutosporiche, di uno o due promiceli che sono interi e privi di segmentazioni fino alla estremità dove compaiono solo i 4 setti che delimitano le 4 cellule basidiali, nella germinazione anormale la emissione dei tubetti micelici avviene da ogni parte della teleutospora: cellule teleutosporiche, parte inferiore del peduncolo, parti laterali del peduncolo stesso, e tali tubetti sono abbondantemente ramificati, lunghi varie centinaia di micron e riccamente settati spesso con restringimenti ai setti in modo da assumere, almeno nei tratti basali, un aspetto toruloide. Tale germinazione, rappresentata nelle figure 1, 2 e 3 non ha nulla di comune con le germinazioni ottenute in acqua da Blackman e Jaczewski [2 e 17]; poichè in questi casi il promicelio non era settato e produceva appena fuori dello strato d'acqua sterigmi e sporidii. La germinazione anormale fu ottenuta in tutti i casi di stimolazione con immersione di teleutospore del 1929 di provenienza del Lazio, ma solo per la specie *P. graminis;* la *P. triticina* non dette luogo a germinazioni. Questo fenomeno sarà in avvenire più accuratamente studiato. La germinazione con produ-

Fig. 3. — Germinazione anormale di teleutospora di *P. graminis* del 1929 dopo permanenza per 10 giorni in acqua corrente a 11° C.

zione di promicelio intero e basidii non fu mai osservata nelle diverse centinaia di prove di questa serie, nè in acqua, nè in solo ambiente umido.

*
* *

I trattamenti chimici furono eseguiti ripetendo da principio il metodo sperimentato con buoni risultati da Thiel e Weiss [36], cioè immergendo frammenti di paglia rugginosa in una soluzione di acido citrico all'1% per alcuni minuti. Lo scopo di questi trattamenti è di affrettare la post-maturazione delle teleutospore o di modificare la permeabilità della membrana in modo che rimanga facilitata la emissione del promicelio (1). Thiel e Weiss affermano che l'immersione in soluzione di acido citrico determina la post-maturazione modificando i fenomeni enzimatici che avvengono nel protoplasma e aumentando la capacità di idratazione. Tuttavia a me sembra che un tale trattamento eseguito dopo vari mesi dalla formazione delle teleutospore non possa determinare una post-maturazione che deve essere già avvenuta, ma che piuttosto la soluzione, avendo uno stato elettrico differente da quello del protoplasma e della parete, determini delle modificazioni che si manifestano in uno stimolo alla germinazione.

Contrariamente a quanto fin'ora era stato osservato in Italia, le teleutospore di *P. graminis,* immerse per 15' in una soluzione di acido citrico all'1%, germinarono abbondantemente e rigogliosamente dopo tre o quattro giorni dal trattamento producendo in moltissimi casi

(1) L'azione stimolante su semi e su spore di acidi e di alcali è ormai universalmente riconosciuta e ricchissima è la letteratura al riguardo; per un saggio di essa rimando agli elenchi annessi ai lavori di Thiel e Weiss e di Petri [26].

promicelio, sterigmi e basidiospore, come è rappresentato nella figura 4.

Fig. 4. — Germinazione di teleutospora di *P. graminis* trattata per 10′ in acido citrico 1 % e poi messa in acqua, i basidi si sono formati uscendo dalla goccia d'acqua, dopo 5 giorni.

Con la germinazione così ottenuta rimane quindi stabilito che anche nei climi temperati, come quello d'Italia, le teleutospore sono perfettamente conformate e non hanno affatto perso le facoltà germinative. Se è stato necessario un trattamento con sostanze stimolanti per ottenere la germinazione in Laboratorio ciò non dimostra affatto che in natura la germinazione non possa avvenire; il non aver trovato fin'ora da noi teleutospore germinanti in natura dipende certamente dalle scarse ricerche fatte e forse dalla difficoltà di realizzazione delle condizioni necessarie alla germinazione.

Dato il risultato positivo ottenuto con l'acido citrico sorge naturale la domanda se l'influenza di essa sia dovuta allo ione idrogeno, e quindi alla sua particolare concentrazione nella soluzione all'1%, oppure al radicale residuo dell'acido citrico. Esperienze eseguite dai citati Thiel e Weiss con soluzioni di acidi cloridrico

$$\left(\frac{M}{100}, \frac{5M}{100}, \frac{M}{10}, \frac{2M}{10}\right),$$

fosforico 1%, solforico, lattico (1,2.5 e 5%) tannico (1,2 e 5%), acetico (1,2.5 e 5%) non hanno mai dato risultati positivi. Ho eseguito prove facendo soluzioni dei seguenti acidi organici: tartarico e ossalico e di acidi inorganici

(solforico e nitrico) badando a che la concentrazione degli ioni di idrogeno di queste soluzioni fosse presso a poco uguale a quella della soluzione di acido citrico all'1%. Per ottenere questo risultato ho determinato la acidità della soluzione di acido citrico con i reattivi colorati di Clark: ho così avuto, per questa soluzione un PH oscillante fra 2 e 2,2; ho allora allestito soluzioni dei surricordati acidi che avessero un PH all'incirca uguale a 2. Le prove eseguite contemporaneamente per tutte e cinque le soluzioni consistettero nell'immersione di paglia rugginosa per 15', in seguito le prove di germinazione furono eseguite come è stato precedentemente detto (1).

Dopo cinque giorni di permanenza in ambiente umido ho potuto constatare che effettivamente l'azione stimolante sulla germinazione era evidente per le soluzioni di alcuni acidi e quindi non esclusiva dell'acido citrico, ma dovuta alla concentrazione degli ioni di H nelle soluzioni; infatti le teleutospore di *P. graminis* hanno dato vigorose germinazioni se immerse nelle soluzioni a PH = 2-2,2 di acido solforico (vedi fig. 5) e di acido nitrico. Per gli altri acidi (tartarico ed ossalico) non ho avuto germinazioni per aver ritardato troppo l'esperienza, come dirò in seguito. I risultati ottenuti con l'immersione in acido solforico sono in aperto contrasto con quelli avuti da Thiel e Weiss che non riuscirono ad avere alcuna germinazione; tuttavia i predetti Autori nel riferire le esperienze con acido solforico non dicono come ed in quale

(1) Debbo ricordare che Thiel e Weiss ponevano alla temperatura di 6° C. il materiale dopo il trattamento con acido citrico; io lasciai il materiale alla temperatura ordinaria ed ebbi ugualmente la germinazione. Così pure prima dell'immersione in acido citrico i citati autori sottoponevano la paglia rugginosa a vapori di cloroformio per uccidere i germi saprofiti. Ricorsi anch'io in alcuni casi a questa sostanza ma non ebbi risultati troppo differenti da quelli della paglia non esposta a vapori di cloroformio.

concentrazione questo acido sia stato adoperato. L'esito negativo fa dunque sorgere il dubbio che la diluizione da loro usata fosse o troppo leggera in modo che la con-

Fig. 5. — Germinazione normale in acqua di un gruppo di teleutospore di *P. graminis* del 1929 dopo trattamento di 15' in soluzione di acido solforico con $P_H = 2,2$.

centrazione di ioni di H non abbia potuto agire beneficamente, o, forse più probabilmente, fosse troppo forte ed abbia influito danneggiando le teleutospore. L'acido nitrico non fu provato dai ricordati Autori.

*
* *

Alcuni trattamenti fisici alle teleutospore furono eseguiti con radiazioni ultra violette di diversa lunghezza d'onda, a differente distanza e per durata diversa. La sorgente delle radiazioni fu la lampada di quarzo a vapori di mercurio della Casa Galois di Lione a corrente alternata a 110 volt e 5 ampère di assorbimento, e le radiazioni furono utilizzate alcune volte per intero e cioè tutte

quelle, di diversa lunghezza d'onda, della porzione ultravioletta dello spettro; altre volte, mediante il filtro di Wood, furono utilizzate solamente le radiazioni di lunghezza d'onda oscillante attorno a 3650 Angström.

L'applicazione della luce ultravioletta fu tentata per i brillanti risultati di stimolazione ottenuti da parecchi sperimentatori su organismi fungini diversi, quando la dose sia adeguata, fra cui quelli di Fazi sui saccaromiceti i quali, da opportune dosi di raggi ultravioletti, vengono notevolmente stimolati.

Nel caso delle teleutospore di *P. graminis* occorreva procedere per tentativi al fine di stabilire le condizioni ottimali di irradiamento; così che in questo primo periodo le esperienze sono state di orientamento, ma ho fino ad ora ottenuto tali risultati da ritenere che il metodo, opportunamente migliorato, possa essere veramente efficace.

Esperienze di irradiamento con raggi u. v. erano già state fatte da Petri [25] su alcune specie di pucciniacee (*Phragmidium violaceum, Peridermium Cornui* e *Peridermium oblongisporium*), ma solo su ecidio- e uredospore e risultò che esse erano molto sensibili alle radiazioni, tanto che un'esposizione di 4' a cm. 12 ne produceva la morte. Per le teleutospore che hanno una colorazione bruna, ritenuta per alcuni casi resistente alle radiazioni ultraviolette, ma che in confronto alle ecidio e uredospore hanno una membrana molto più spessa, era supponibile che una esposizione analoga non fosse dannosa, ma potesse avere potere stimolante. Di più tenendo presente che conidii di varii funghi esposti alle radiazioni u. v. in liquido leggermente acido sono più danneggiati di quelli immersi in liquido alcalino [25] feci esposizioni di teleutospore in parte perfettamente asciutte, in parte sopra un velo sottilissimo di acqua distillata con un P_H oscillante intorno a 7. La maggior parte delle prove eseguite sono riportate nel seguente specchio con tutte le indicazioni necessarie ad illustrare le condizioni fisiche dell'esperienza:

1) Teleutospore esposte asciutte alle radiazioni U. V. complete alla distanza di cm. 15 per 4′; temperatura mass. raggiunta nell'esperienza 19° C.
2) Teleutospore esposte bagnate alle radiazioni U. V. complete alla distanza di cm. 15 per 4′; temperatura mass. raggiunta nell'esperienza 19° C.
3) Teleutospore esposte asciutte alle radiazioni U. V. con schermo di Wood alla distanza di cm. 15 per 4′; temperatura mass. raggiunta nell'esperienza 16° C.
4) Teleutospore esposte bagnate alle radiazioni U. V. con schermo di Wood alla distanza di cm. 15 per 4′; temperatura mass. raggiunta nell'esperienza 16° C.
5) Teleutospore esposte asciutte alle radiazioni U. V. complete alla distanza di cm. 30 per 10′; temperatura mass. raggiunta nell'esperienza 30° C.
6) Teleutospore esposte bagnate alle radiazioni U. V. complete alla distanza di cm. 30 per 10′; temperatura mass. raggiunta nell'esperienza 30° C.
7) Teleutospore esposte asciutte alle radiazioui U. V. con schermo dî Wood alla distanza di cm. 30 per 10′; temperatura mass. raggiunta nell'esperienza 16° C.
8) Teleutospore esposte bagnate alle radiazioni U. V. con schermo di Wood alla distanza di cm. 30 per 10′; temperatura mass. raggiunta nell'esperienza 16° C.

Messe poi in goccia d' acqua le teleutospore furono lasciate in una scatola di vetro dove l'aria era satura di umidità; dopo alcuni giorni notai che il contenuto delle teleutospore era perfettamente sano e uguale a quello del materiale di controllo messo in acqua senza alcun trattamento, di più l'apice di quelle trattate accennava ad allungarsi e a scolorirsi come nei preludi della germinazione normale. Dopo sei giorni due teleutospore di quelle che avevano subìto il trattamento descritto al numero 4 avevano germinato: una di esse produsse un breve promicelio che presto arrestò l'accrescimento, l'altra dette un promicelio molto lungo alla cui estremità, uscita fuori dallo strato d'acqua, si differenziarono i basidi, formando però un solo sterigma senza alcuna basidiospora. Dopo otto giorni molte altre germinazioni erano visibili sempre sugli stessi vetrini trattati col metodo

descritto al N. 4, ed altre sul materiale trattato come al N. 1. Pur essendo la percentuale delle germinazioni bassissima, tuttavia mostrava l'efficacia del trattamento, poichè nel controllo parallelo nessuna teleutospora si mosse. Essendo poi il numero delle germinazioni maggiore pel materiale trattato come al N. 4, si rileva che più attive sono le radiazioni di 3650 Ang., lunghezza d'onda già relativamente grande e priva delle proprietà micidiali delle onde più brevi (Ang. 2380-2940).

Poca influenza ha invece mostrato di esercitare l'inumidimento del materiale.

Queste esperienze con le radiazioni ultraviolette furono eseguite in un periodo in cui nemmeno i trattamenti chimici, pur risultati da principio efficacissimi, provocarono la germinazione; il fatto quindi di aver ottenuto molte germinazioni permette di far ritenere il metodo dei raggi U. V. come molto efficace e meritevole di uno studio più accurato in condizioni più favorevoli; cosa che mi propongo di fare l'anno prossimo.

Un secondo tipo di stimolazione con mezzi fisici fu tentato coi raggi infrarossi. Mi servii a questo scopo di una lampada ad incandescenza con apposito filtro; le teleutospore furono trattate, come coi raggi ultravioletti, alcune perfettamente asciutte, ed altre immerse in un lievissimo strato di acqua; per evitare l'azione calorifica furono tenute molto lontane dalla sorgente dei raggi, ma in compenso furono fatte applicazioni molto più lunghe. Le principali prove furono fatte nelle condizioni qui sotto indicate.

1) Teleutospore di *P. graminis* esposte asciutte ai raggi I. R. alla distanza di m. 1,30 per 30'; temperatura mass. durante l'esperienza 16° C.

2) Teleutospore di *P. graminis* esposte bagnate ai raggi I. R. alla distanza di m. 1,30 per 30'; temperatura mass. durante l'esperienza 16° C.

3) Teleutospore di *P. graminis* esposte asciutte ai raggi I. R. alla distanza di m. 1,30 per 60'; temperatura mass. durante l'esperienza 16° C.

4) Teleutospore di *P. graminis* esposte bagnate ai raggi I. R. alla distanza di m. 1,30 per 60'; temperatura mass. durante l'esperienza 16° C.

5) Teleutospore di *P. graminis* esposte asciutte ai raggi I. R. alla distanza di m. 1,30 per 90'; temperatura mass. durante l'esperienza 16° C.

6) Teleutospore di *P. graminis* esposte bagnate ai raggi I. R. alla distanza di m. 1,30 per 90'; temperatura mass. durante l'esperienza 16° C.

Anche queste teleutospore, messe tutte in goccia di acqua dopo il trattamento, furono collocate in ambiente saturo o quasi di vapor di acqua.

L'esito del trattamento con queste radiazioni è stato ancora più convincente di quello con raggi ultravioletti. Infatti dopo cinque giorni le teleutospore che avevano subìto 30, 60 e 90' di esposizione alle radiazioni infrarosse presentavano chiarissime germinazioni normali, mentre invece i corrispondenti controlli non davano alcuna germinazione nè dopo 5 nè dopo 10 giorni. Allo stato attuale delle esperienze, che furono fatte in periodo poco adatto, non mi è ancora permesso di fare deduzioni sulla dose ottimale di radiazioni e sulla preferibile condizione di umidità delle teleutospore durante il trattamento, tuttavia per ora dovrei rilevare che teleutospore asciutte o bagnate si sono comportate ugualmente, mentre sembrerebbe più favorevole una lunga esposizione di 90 minuti avendo questa dato il maggior numero di germinazioni. Anche in questo caso, come per le altre germinazioni fino ad ora ottenute, il promicelio si manteneva sterile e si allungava fino a che rimaneva immerso in acqua, mentre dava luogo alla produzione del basidio e delle basidiospore quando penetrava nell'aria.

Come conclusioni a questo primo tentativo di stimolazione delle teleutospore con radiazioni posso affermare che dosi relativamente piccole di radiazioni ultra-violette di lunghezza d'onda ampia favoriscono la germinazione, come pure la stimolano dosi molto più elevate delle ra-

diazioni infrarosse enormemente più ampie delle ultraviolette.

Pichler e Wöber [27] prima, Rivera [28] dopo esperimentarono varie radiazioni sulle spore della carie del grano (*Tilletia tritici*); i primi provarono anche le radiazioni ultraviolette e conclusero che forti dosi di esse e specialmente l'immersione delle spore in liquidi speciali determinavano o un arresto di germinazione o mancanza di germinazione. Rivera confutando i risultati di Pichler e Wöber per i raggi X stabilisce che le spore di *Tilletia* non sono sempre danneggiate, ma che anzi non è improbabile che determinate dosi di radiazioni favoriscano piuttosto la germinazione. Quanto Rivera ha riscontrato per i raggi X nei riguardi di *Tilletia*, sarebbe stato constatato anche da me per le radiazioni ultra-violette nei riguardi di teleutospore di *Puccinia graminis*. Resta però da osservare ancora che le spore di *Tilletia* sono meno resistenti di quelle di *Puccinia* e che nei casi in cui Pichler e Wöber ebbero l'arresto o la mancanza di germinazione per le spore di *Tilletia* esposte ai raggi U. V., asciutte o in acqua semplice, il trattamento ebbe durata molto superiore a quella da me effettuata, giungendo fino a 60 minuti. Tuttavia a conferma delle mie esperienze si può ricordare che è universalmente noto che l'azione nociva dei raggi ultra-violetti è molto meno intensa su organi, come le teleutospore, che sono in riposo.

Le esperienze qui descritte furono iniziate nel gennaio del corrente anno e proseguite fino alla fine di aprile; durante questo periodo furono, ogni quattro o cinque giorni, rinnovate prove di germinazione con materiale della stessa origine e dai risultati ho potuto fare alcune osservazioni circa la durata e la conservazione del potere germinativo. Nei riguardi della germinazione normale il periodo da gennaio ai primi di marzo fu completamente infruttuoso perchè le teleutospore impiegate avevano subìto trattamenti diversi ma inefficaci e quindi non fu

potuta osservare alcuna germinazione. Il primo risultato positivo fu notato l'11 di marzo dopo trattamento in acido citrico; da questo giorno numerose furono le prove istituite col metodo citato più o meno variato e tutte dettero buone germinazioni fino verso la metà di aprile. All'inizio di aprile furono tentate le stimolazioni coi diversi acidi in soluzioni ad acidità stabilita; le prime prove effettuate con acido solforico ed acido nitrico, e risultate positive, sono dell'8 aprile, in seguito altre germinazioni che confermarono i primi risultati si ebbero verso la metà del mese, ma dal giorno 14 in poi più nessuna teleutospora germinò non ostante fosse stata sottoposta ai trattamenti precedentemente risultati efficaci (1). Germinarono invece, fino alla fine di aprile, le teleutospore sottoposte all'azione dei raggi ultravioletti e infrarossi nei giorni 19 e 25 aprile. Questi ultimi risultati positivi mostrano che a fine aprile la facoltà germinativa non era ancora perduta ma che erano necessarie stimolazioni molto più energiche per determinare la germinazione che non avveniva più coi mezzi chimici descritti che è lecito supporre possano agire anche in natura.

Sebbene queste osservazioni debbano essere confermate negli anni prossimi, si deve tuttavia supporre che il periodo utile per germinare in condizioni che possono verificarsi anche in natura sia molto limitato per la *P. graminis,* almeno per l'Italia centrale, e sia circoscritto all'ultimo periodo dell'inverno e all'inizio della primavera. Non ho, al momento attuale, elementi per stabilire dopo quanto tempo dalla loro formazione le teleutospore

(1) Sono di questo periodo le prove di germinazione eseguite dopo immersione in soluzioni di acido tartarico ed ossalico; il non avere avuto germinazioni non è quindi sufficiente a negare l'efficacia stimolatrice di questi acidi. Queste esperienze saranno perciò riprese in periodo più adatto per giungere ad una conclusione sicura.

siano capaci di germinare, ma stando alle affermazioni di coloro che si sono altrove occupati dell'argomento, sembra sia necessario un lungo periodo di riposo rappresentato dall'autunno e da buona parte dell'inverno. Supponendo quindi che in seguito venisse confermata la perdita del potere germinativo entro il mese di aprile risulterebbe che il periodo utile alla germinazione sarebbe di circa due mesi e mezzo (1). Non si può escludere che l'andamento assai mite dell'inverno di quest'anno abbia anticipato la perdita della facoltà germinativa, ma anche immaginandola normalmente più ritardata, il periodo della germinabilità rimane sempre notevolmente breve.

Non ostante la totale perdita della facoltà germinativa, l'aspetto morfologico delle teleutospore rimane perfettamente invariato, tanto che teleutospore di un anno di età, osservate al microscopio presentano una struttura normalissima, il contenuto ha la granulosità normale e la parete, all'apice della cellula terminale, ha, dopo un po' di rigonfiamento un aspetto tale che spesso trae in inganno mostrandosi come prossima a rompersi per dar passaggio al tubetto germinativo.

I due tipi di germinazione furono ottenuti esclusivamente dalle teleutospore della paglia del 1929 delle vicinanze di Roma mentre le teleutospore provenienti dall'Alto Adige non germinarono mostrandosi ribelli ad ogni trattamento. Data l'esiguità del materiale da me posseduto non posso pronunciarmi su questo fatto, ma è molto verosimile che le teleutospore siano state raccolte quando ancora non era compiuta la loro maturazione normale poichè le piante erano ancora verdi ed i sori non del tutto aperti. Infatti la dimostrata germinabilità delle altre teleutospore e il reperto di teleutospore ger-

(1) Secondo Ducomet [6] la facoltà germinativa delle teleutospore di *P. triticina* è meno prolungata di quella delle uredospore.

minanti a Bolzano rendono indispensabile pensare che qualche fattore accidentale abbia impedito la germinazione.

Non ostante i risultati, per ora negativi, avuti nei tentativi di germinazione delle teleutospore di *P. triticina* e non ostante le osservazioni tendenti a dimostrare la possibilità di propagazione e conservazione di questa ruggine senza bisogno della formazione degli ecidi (Gonzales Fragoso [12]), ho proseguito anche quest'anno le ricerche della forma ecidica corrispondente. Essa fu ottenuta per la prima volta in America da Jackson e Mains [16] e poi riprodotta, sempre artificialmente, da Eremeyeva [8] in Russia nel 1924 e da Ducomet [6] in Francia nel 1925 su *Thalictrum minus*. Alabouvette e Meneret [1] nel 1927 avevano trovato in Francia su *Thalictrum minus* degli ecidi le cui ecidiospore infettarono alcune varietà di grani duri dando luogo a uredosori del tutto simili a quelli di *P. triticina;* tuttavia gli Autori prospettano il dubbio che si trattasse invece di *P. persistens*. Nel 1928 Shitikova-Roussakova [32] nella regione dell'Amur trovò una specie locale di *Thalictrum* attaccata da ecidi, ma anche in questo caso non è stato accertato trattarsi dell'ecidio di *P. triticina*.

Le specie di *Thalictrum* che furono esperimentate per la riproduzione artificiale degli ecidi furono parecchie (*Th. minus, flavum, glaucum, Delavayi, simplex, aquilegifolium* ecc.) però risultati positivi si ottennero solo per *Th. minus, flavum, glaucum* e *Delavayi*, mentre esiti negativi si ebbero con le altre specie, fra cui anche *Th. aquilegifolium*. La questione è quindi ancora da risolvere e ritenni che altre ricerche non fossero inutili.

Le osservazioni furono eseguite nel Lazio e in qualche zona di Abruzzo fra l'11 e il 20 maggio di quest'anno, avendo cura di esaminare specialmente piante di *Thalictrum* vegetanti entro o al margine di campi di grano attaccati da *P. triticina*. La specie, più comune da noi e che costantemente trovai, è il *Th. aquilegifolium;* di

essa raccolsi ed osservai sul campo circa 300 esemplari senza tuttavia riscontrare traccia di ecidi di qualsiasi specie di ruggine. Ritengo quindi che queste ricerche debbano essere proseguite e anche dirette ad altre piante che possano supporsi l'ospite intermedio.

Ricerche per rintracciare piante di *Berberis* spontanee o coltivate nelle vicinanze di Roma sono state infruttuose anche quest'anno; tuttavia per gentile concessione del prof. E. Carano, Direttore del R. Istituto Botanico di Roma, ho esaminato l'erbario dell'Istituto ed ho potuto trovare nel pacco dei *Berberis* un campione di *B. vulgaris* (la cui etichetta portava queste indicazioni: Atina (Caserta), in una siepe, 1912, Campbell) con numerosi ecidii fogliari di *Aecidium berberidis*. Nell'anno prossimo sarà visitata la zona di raccolta di questi esemplari per ricavarne notizie che possano meglio chiarire la biologia delle ruggini in Italia.

L' ottenuta germinazione delle teleutospore in laboratorio e la presenza di ecidii sul *Berberis* confermano che la facoltà germinativa delle teleutospore di *P. graminis* non è affatto perduta non ostante la scarsezza dell'ospite intermedio, che la germinazione delle teleutospore deve avvenire spontaneamente in natura anche nel clima dell'Italia meridionale (Caserta) e che la conservazione e trasmissione uredosporica non è l'unica, ma è accoppiata alla tipica propagazione ecidiosporica di cui però rimane da stabilire l'importanza pratica.

Nei riguardi della propagazione e conservazione della ruggine nera rimangono tuttavia da chiarirsi molti punti oscuri. Se nei climi temperati, come l'Italia, la conservazione da un anno all'altro si può effettuare anche allo stato uredosporico su graminacee spontanee, rimangono sempre da spiegare due fatti importanti che si verificano rispettivamente nei climi nordici e nei climi caldo-secchi dell'Africa settentrionale.

Osservazioni recenti in Svezia hanno confermato che nei luoghi dove fu distrutto, o dove il *Berberis* era molto

lontano [13 e 19] dalle coltivazioni di grano, l' infezione di ruggine era molto inferiore a quella dei luoghi dove il *Berberis* era presente, ciò dimostra che se l'ospite intermedio è utile non è però indispensabile alla conservazione della ruggine e quindi occorre anche per la Svezia invocare o la conservazione allo stato uredosporico su altre graminacee o quanto meno l'apporto, per opera dei venti, di ecidiospore o di uredospore.

Nell'Africa Settentrionale (Tunisia) Chabrolin [3] e Petit [24] hanno osservato la presenza di gravi infezioni di ruggine nera in località dove l'ospite intermedio (*Berberis* o *Mahonia*) manca assolutamente sia spontaneo che coltivato. Ricerche di Petit [24] hanno poi assodato che l'infezione non avviene per mezzo del terreno, nè per mezzo di uredospore dell'anno precedente, nè per uredospore formatesi su graminacee spontanee che furono tutte seccate dal sole, nè per trasporto di germi per opera del vento,per cui l'A. suppone che la conservazione debba avvenire per mezzo di un altro ospite intermedio, differente da quelli comunemente noti, ma fin'ora sconosciuto.

Ora pur ritenendo poco probabile una tale ipotesi, teoricamente non si può del tutto rigettare, e sarà interessante seguire gli studii dei ricordati Autori sulla questione della conservazione della malattia per l'importanza che essi possono avere anche per noi.

Conclusioni.

1. — Ulteriori prove per far germinare teleutospore di *Puccinia graminis* in goccia pendente di acqua semplice o di liquidi nutritizii, non hanno dato risultati positivi.

2. — Si ottennero facili germinazioni di teleutospore di *P. graminis*, durante il mese di marzo, dopo immersione per 15' in liquidi stimolanti rappresentati da soluzioni di acidi organici ed inorganici la cui concentrazione di ioni di H oscillava intorno a Ph=2.

3. — Un'esposizione di teleutospore di *P. graminis* a radiazioni ultraviolette filtranti attraverso lo schermo di Wood per 4' a 15 cm. mostrò di stimolare la germinazione anche quando le soluzioni di acidi non erano più sufficienti.

4. — Esposizione di teleutospore di *P. graminis* ai raggi infrarossi per 30, 60 e 90' determinò la germinazione forse anche più attivamente delle radiazioni ultraviolette sperimentate.

5. — Stimolazione di teleutospore di *P. graminis* per mezzo di immersione di varia durata in acqua corrente a 11° C. non ebbe per risultato la germinazione normale, ma la emissione di filamenti micelici settati e molto lunghi dalle cellule teleutosporiche e dal peduncolo, senza formazione di vero e proprio promicelio e basidi.

6. — Coi mezzi su esposti non si ottenne nessuna germinazione nè normale nè anormale di teleutospore di *Puccinia triticina*.

7. — La durata del potere germinativo delle teleutospore di *P. graminis* sembra essere limitata ad un breve periodo di tempo: infatti nel marzo del 1930 non germinarono più le teleutospore del 1928 e alla fine di aprile di quest'anno solo poche teleutospore del 1929 germinarono ancora dopo i trattamenti stimolanti sia chimici che fisici.

8. — L'azione stimolante delle soluzioni a PH=2 sembra dovuta alla speciale concentrazione dell'H e non al radicale fondamentale dei singoli acidi.

9. — Ricerche per rintracciare ecidii su *Thalictrum* per la *P. triticina* eseguite nel Lazio nel maggio di questo anno hanno dato risultati negativi; furono invece osservati ecidii su *Berberis vulgaris* in erbario, su materiale dei pressi di Caserta.

CESARE SIBILIA.

LAVORI CITATI.

1. Alabouvette et Meneret, *A propos d'un* Aecidium *sur* Thalictrum minus. « Revue de Path. végét. et d'Entom. agric. », XIV, 3, pagg. 191-192, Paris 1927.
2. Blackman V. H., *On the conditions of teleutospore germination and of sporidia formation in the Uredineae.* « New Phytol. », II, 10-14, 1903 (Recensione in « Bot. Centralb. », XCII, pag. 381, 1903).
3. Chabrolin C., *La rouille noire du Blé en Tunisie.* « Revue de Path. végét. et d'Entom. agric. », XVI, 1, pagg. 49-58, Paris 1929.
4. Dietel P., *Versuche über die Keimungsbedingungen der Teleutosporen einiger Uredineen, II.* « Centralb. für Bak., Paras. ecc. », Abt. II, B. XXXV, pagg. 272-285, Jena 1912.
5. Dietel P., *Versuche über die Keimungsbedingungen der Teleutosporen einiger Uredineen, IV.* « Centralb. für Bak., Paras. ecc. », Abt. II, B. LIV, pagg. 215-219, Jena 1921.
6. Ducomet V., *Quelques observations et expériences sur les Rouilles des Céréales.* « Revue de Path. végét. et d'Entom. agric. », XII, 2, pagg. 124-128, Paris 1925.
7. Ducomet V. et Foex E., *Introduction à une étude agronomique des rouilles des céréales* « Annales des Épiphyties », XI, pagg. 311-411, Paris 1925.
8. Eremeyeva A. M., *Sullo stato ecidiale di* Puccinia triticina *Erikss.* « Morbi plantarum », XIII, 3-4, pagg. 123-124, Leningrado 1925 (Sunto in « Rev. App. Myc. » 1926, p. 25).
9. Eriksson J., *A general review of the principal results of Swedish research into grain rusts.* « Bot. Gazette », XXV, pagg. 26-38, 1898.
10. Eriksson J., *Ueber die Dauer der Keimkraft in den Wintersporen gewisser Rostpilze.* « Centralb. für. Bak., Paras. ecc. », Abt. II, B. IV, pagg. 376-388 e 427-432, Jena 1898.
11. Fischer E. und Mayor E., *Zur Kenntnis der auf Gramineen und* Thalictrum *lebenden heteroecischen Puccinien.* « Mitt. Naturforsch. Gesellsch. Bern », pagg. 29-39, Berna 1925 (Sunto in « Rev. App. Myc. », 1926, p. 25).
12. Gonzales Fragoso R., *Las « royas » de los cereales.* « Bol. Estac. Pat. veg. », I, 2, pagg. 41-48, 1926.

13. Hermelin G., *Nagra tankar i Berberisragan.* « Landtmannen », XII, 39, pagg. 829-830, 1930. (Sunto in « Rev. App. Mycol. », 1930, pag. 98).
14. Hockey J. F., *Germination of Teliospores of* Puccinia antirrhini. 13 th. Ann. Rept. Quebec Soc. Protect. Plants, pagg. 54-57, 1920-21.
15. Hoerner G. R., *Germination of Aeciospores, Urediniospores and Teliospores of* Puccinia coronata. « Bot. Gazette », LXXII, 3, pagg. 172-177, 1921.
16. Jackson H. S. and Mains E. B., *Aecial Stage of the orange leafrust of Wheat* (P. triticina *Erikss.*). « Jour. of Agric. Research », XXII, 3, pagg. 151-171, 1921.
17. Jaczewski A. D., *Studien über das Verhalten des Schwarzrostes des Getreides in Russland.* « Zeitsch. für Pflanzenkrankheiten », XX, pagg. 321-359, 1910.
18. Klebahn H., *Kulturversuche mit Rostpilzen.* « Zeitsch. für Pflanzenkrankheiten », XXIV, pagg. 1-32, 1914.
19. Lindfors T., *Nagra reflexioner angaende arets svartrosthärjningar.* « Landtmannen », XII, 39, pagg. 811-812, 1929 (Sunto in « Rev. App. Mycol. », 1930, pag. 98).
20. Maneval W. E., *Germination of teliospores of rusts at Columbia, Missouri.* « Phytopathology », XII, 10, pagg. 471-488, Lancaster 1922.
21. — *Furter germination test with teliospores of rusts.* « Phytopathology », XVII, 7, pagg. 491-498, Lancaster 1927.
22. Melhus I. E., Durrell L. W. and Kirby R. S., *Relation of the barberry to stem rust in Jowa.* « Jowa Agric. Exp. Sta. Res. Bull. », LVII, pagg. 283-325, 1920.
23. Montemartini L., *Sopra lo svernamento delle ruggini dei cereali nella loro forma uredosorica.* « Rivista di Patologia veg. », VII, pagg. 40-44, Pavia 1915.
24. Petit A., *Contribution à l'étude de la transmission des Rouilles en Tunisie.* « Revue de Pathol. végét. et d'Entom. Agric. », XVII, 2, pagg. 29-32, Paris 1930.
25. Petri L., *Osservazioni ed esperienze sull'Oidio della Querce.* « Annali R. Ist. sup. forestale naz. », IX, Firenze 1924.
26. — *Influenza della concentrazione degli ioni di H dell'acqua di rigonfiamento sull'energia germinativa delle cariossidi di grano trattate col metodo Jensen.* « Boll. R. Stazione di Patologia veg. », N. S., VI, pagg. 161-171, Firenze 1926.

27. Pichler F. und Wöber A., *Bestrahlungsversuche mit ultravioliettem Licht, Röntgenstrahlen und Radium zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten.* « Centralb. für Bak., Paras, ecc. », Abt. II, B. LVII, pagg. 319-327, Jena 1922.

28. Rivera V., *Carie del frumento e raggi X.* « Boll. R. Stazione di Patologia veg. », N. S., VI, pagg. 237-241, Firenze 1926.

29. Rivera V. e Corneli E., *Ricerche sullo sviluppo delle ruggini sul frumento in agro di Perugia.* « Annali di Tecnica Agraria », I e II, 5, pagg. 545-588, 1929.

30. Roussakov L. F., *On the germination of teleutospores in the spring.* « Plant Protection », I, 3-5, pagg. 146-148, 1924 (Sunto in « Rev. App. Myc. », 1925, pag. 267).

31. — *The germination of teleutospores in spring.* « Mater. Mycol. and Phytopath. », V, pagg. 76-92, Leningrado 1926. (Sunto in « Bot. Centralb. », 152, pag. 287).

32. Shitikova-Roussokova A., *On the question of how rust infection is introduced into the Amur Region.* « Mater. Mycol. and Phytopath. », VI, 1, pagg. 13-47, Leningrado 1927. (Sunto in « Rev. App. Mycol. », 1928, pag. 233).

33. Sibilia C., *Ricerche sulle ruggini dei cereali.* « Boll. R Stazione di Patologia veg. », N. S., VIII, 3, pagg. 235-247. Firenze 1928.

34. Smith M. A., *Infection and spore germination studien with* Puccinia sorghi. (Sunto in « Phytopathology », XVI, pag. 69, 1926).

35. Tabenhaus J. J., *A contribution to our knowledge of the morphology and life history of* Puccinia malvacearum *Mont.* « Phytopathology », I, pagg. 55-62, Lancaster 1911.

36. Thiel A. F., and Weiss F., *The effect of citric acid on the germination of the teliospores of* Puccinia graminis tritici. « Phytopathology », X, pagg. 448-452, Lancaster 1920.

Ulteriori ricerche sulla morfologia, biologia e parassitismo della " Deuterophoma tracheiphila „ [1]

I. Formazione dei picnidi e delle picnospore. — Lo studio morfologico sulla formazione dei picnidi e delle picnospore è stato eseguito su materiale prelevato da colture giovanissime della *Deuterophoma* sopra agar-carote e tenute alla temperatura oscillante fra 15 e 18° C. L'esame microscopico delle sezioni dello stroma (2), dove i picnidi si differenziano, eseguite dopo il semplice indurimento in alcool, non permette di stabilire in modo sicuro alcune modalità dello sviluppo, sia dei picnidi stessi, sia delle picnospore, mentre dal materiale fissato, imparaffinato e sezionato al microtomo e colorando convenientemente le sezioni (3) è assai più facile ottenere dei preparati sufficientemente dimostrativi, per quanto le

(1) Durante la stampa di questa relazione mi sono state comunicate gentilmente dal Dr. G. Savastano e dal Prof. H. S. Fawcett le bozze già impaginate di un rapporto sulle ricerche da essi condotte dal Gennaio al Giugno di quest'anno sopra la patogenità della *Deuterophoma tracheiphila* e il decorso dell'infezione nelle piante inoculate sperimentalmente con questo fungo. Farò oggetto di alcune considerazioni i risultati riferiti a questo riguardo in note aggiunte in corrispondenza dei paragrafi della presente relazione che presentino interferenze con quanto è esposto dai due AA. suddetti. Il suddetto rapporto sarà pubblicato fra breve tempo negli Annali della R. Stazione di Agrumicoltura di Acireale.

(2) I picnidi che si formano sui rametti infetti, sotto l'epidermide, sono sprovvisti di un vero stroma, per quanto intorno e sotto ai picnidi stessi le ife siano più numerose e più fittamente intrecciate. Nelle colture invece i picnidi si differenziano alla superficie di uno stroma non molto sviluppato, ma ben riconoscibile in alcuni substrati nutritivi.

(3) Il materiale è stato fissato in liquido di Juel (II) e le sezioni sono state colorite col metodo di Heidenhaim e Safranina.

Fig. 1. — Microfotografia di un lembo di epidermide tolto da un rametto infetto e mostrante aderenti sul lato interno alcuni picnidi di *Deuterophoma* $\left(\frac{350}{1}\right)$.

piccole dimensioni delle ife, delle cellule sporigene e delle sporule non si prestino per osservazioni citologiche molto dettagliate. L'origine dei picnidi è riferibile al tipo *meristogeno* e cioè le prime cellule che preludono alla formazione del corpo fruttifero derivano per divisioni successive in tre piani perpendicolari fra loro da un unico articolo leggermente rigonfiato di un'ifa fertile. Si forma così un corpo sferoidale, di piccole dimensioni (12-18 μ di diametro) costituito per intero da cellule embrionali poliedriche che si dividono rapidamente. La struttura di un simile primordio del picnidio non è però omogenea. Come mostrano le microfotografie qui riportate (fig. 4 e 5) la massa di cellule meristemali si presenta suddivisa in gruppi di dimensioni e forme diverse, ben delimitati fra loro e che rivelano così la loro origine da iniziali molteplici, le quali nella loro proliferazione godono di una certa autonomia, giacchè non tutti i gruppi di cellule raggiungono uno stesso stadio di differenziazione in un dato periodo di tempo. La fig. 5, per es., mostra il gruppo di cellule *a* meno vicino alla maturità dei gruppi rimanenti. È per una simile ragione che la cavità lisigena, la quale s'inizia poco prima della formazione delle picnospore, non sempre è centrale ed unica. Non tutte le cellule meristemali diventano cellule generatrici di sporule. Ve ne sono molte che restano sterili e che sono le prime a subire il processo di autolisi, rendendo possibile alle cellule fertili di formare le picnospore nella cavità originatasi in seguito alla gelificazione di questi elementi che possono esser ritenuti omologhi, per la loro sterilità, alle parafisi di altri corpi fruttiferi.

L'origine di una sporula avviene per il protendersi di un lato della cellula sporigena in un processo coniforme (sterigma) più o meno allungato, la cui estremità s'ingrossa leggermente venendo a costituire la picnospora (fig. 7).

Le cellule madri di sporule sono plurinucleate e solo un singolo nucleo migra in ciascuna spora. La sporula-

Fig. 2. — Microfotografia di una sezione attraverso una coltura di *Deuterophoma* sopra agar-carote. Una serie di picnidi in diversi stadi di sviluppo. Si noti l'esistenza di uno stroma su cui si differenziano i picnidi $\left(\frac{350}{1}\right)$.

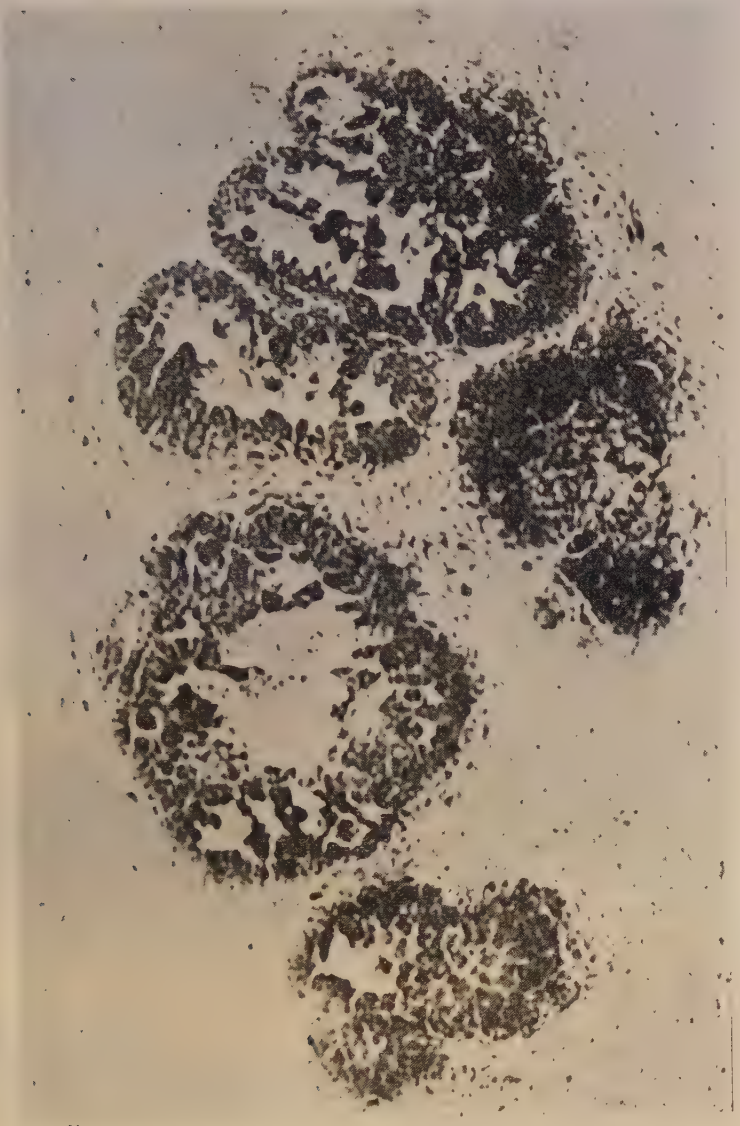


Fig. 3. — Microfotografia di una sezione di picnidi formatisi in coltura. È ben visibile la cavità lisigena che si origina in ciascun picnidio e la presenza nella cavità stessa di cellule o gruppi di cellule sporigene $\left(\frac{480}{1}\right)$.

zione può ripetersi, per una stessa cellula, più volte ed è un processo che avviene molto rapidamente, tanto che nello spazio di tempo di poche ore, in un picnidio la massa di cellule sporigene può esser sostituita da una massa di sporule. Il differenziamento dello strato peridiale avviene assai tardi quando già nell'interno del picnidio è iniziata la formazione delle spore. Le cellule del peridio non differiscono da quelle sporigene che per l'imbrunimento della loro parete e per il contenuto plasmico più povero e per non essere plurinucleate. Non si forma mai un poro apicale nel peridio nè in corrispondenza del lato libero del picnidio si osserva un minore ispessimento. Nei picnidi formatisi nelle colture l'ispessimento e la colorazione del peridio sono anzi maggiori sul lato esterno che su quello che si continua nello stroma su cui i picnidi stessi si sono differenziati (fig. 2). La gelificazione delle cellule che riempiono dapprima la cavità del peridio fornisce la sostanza notevolmente rigonfiabile con l'acqua e nella quale si trovano immerse le sporule, la cui eiaculazione, non appena i picnidi vengano bagnati dalla pioggia o dalla rugiada, è appunto così resa possibile (fig. 8). La disseminazione delle picnospore non può avvenire quindi che dopo un periodo di tempo, anche breve, in cui i picnidi sieno venuti a contatto dell'acqua. La massa gelatinosa delle sporule che viene a trovarsi sulla superficie dei rametti infetti può esser trasportata dal vento solo dopo che ne sia avvenuto il disseccamento. Un trasporto ad opera d'insetti (specialmente ditteri) non è da escludersi, ma un simile intervento non può essere che fortuito e passivo, e cioè alla azione del vettore animale in questo caso non deve essere attribuita l'inoculazione delle sporule nei tessuti della pianta ospite, come è risultato da numerose osservazioni.

Il tipo di struttura dei picnidi della *Deuterophoma tracheiphila* si ritrova in alcuni altri sferopsidei descritti sia nel gen. *Phoma*, sia in generi affini, come già feci

notare in un mio precedente scritto (1). In generale le descrizioni del modo di origine e del differenziarsi dei

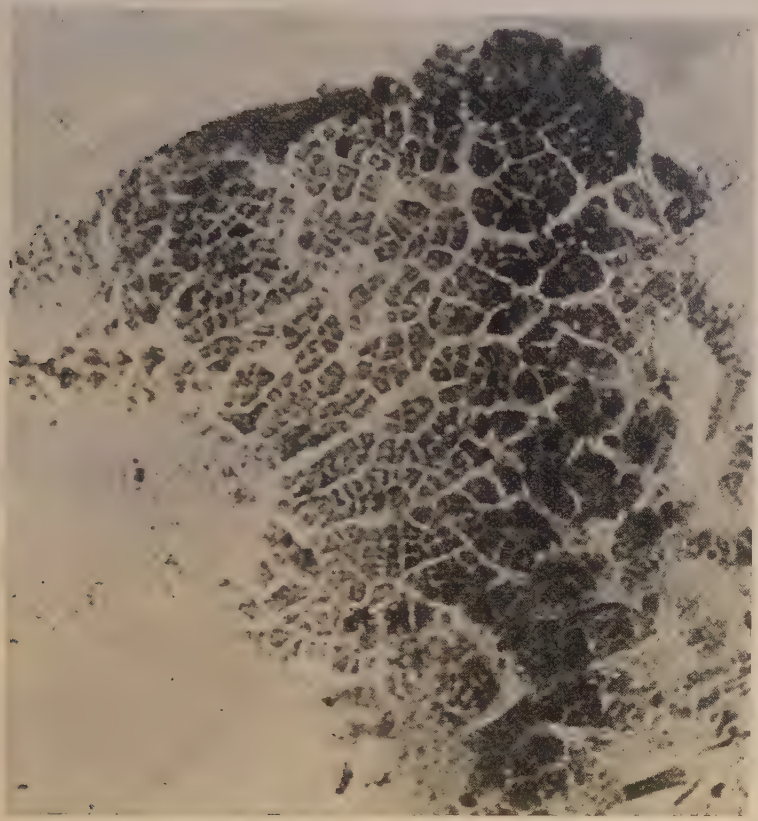


Fig. 4. — Microfotografia di una sezione di un picnidio non ancora maturo nel quale sono ben distinti fra loro i diversi gruppi di cellule sporigene derivati da singole iniziali $\left(\frac{550}{1}\right)$.

picnidi in simili forme non sono state molto accurate, specialmente nel passato, per cui non è possibile oggi

(1) Petri L., *Sulla posizione sistematica del fungo parassita delle piante di limone affètte da « mal secco »*. « Boll. R. Stazione Pat. Veg. », 1929, p. 393.

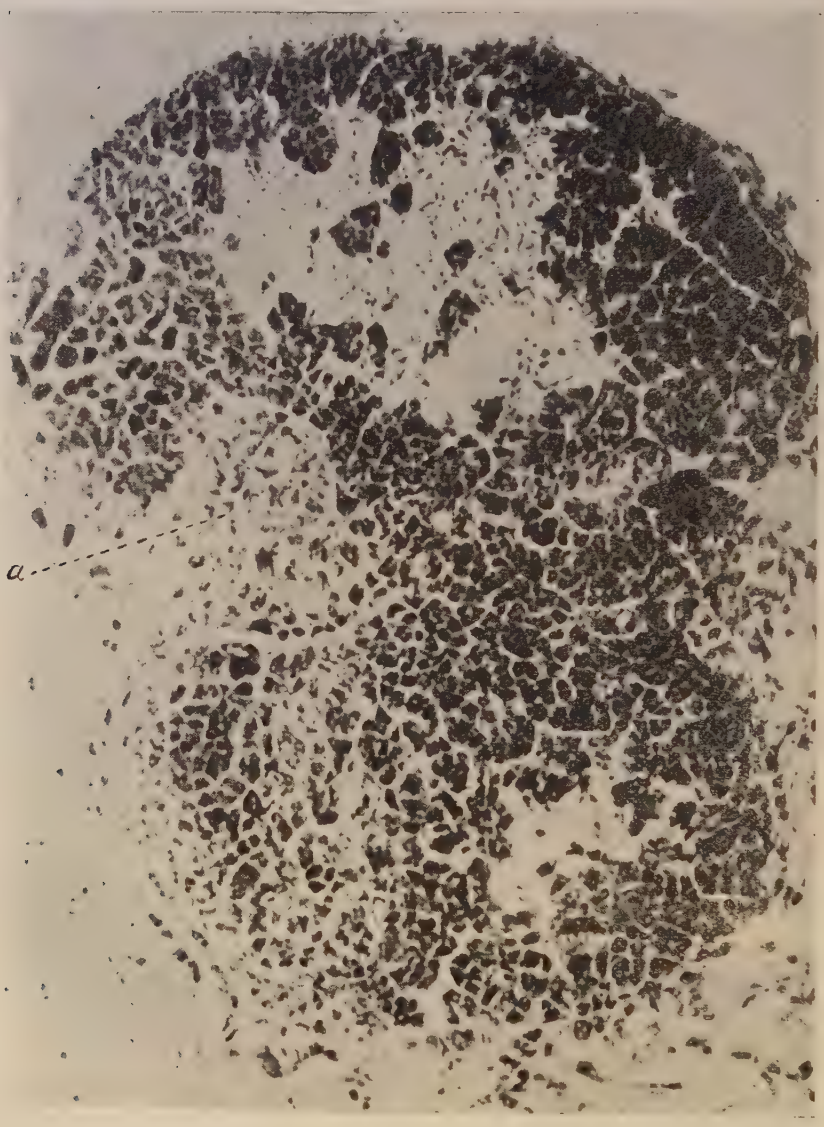


Fig. 5. — Microfotografia di una sezione di un picnidio sviluppatosi in coltura. Differente stadio di differenziamento nelle diverse parti del tessuto sporigeno. In alto e in basso si sono già formate le cavità lisigene contenenti le picnospore, in *a* le cellule sporigene sono ancora da differenziarsi ; sotto *a* queste si sono già differenziate e sta iniziandosi la formazione delle spore $\left(\frac{650}{1}\right)$.

fare dei sicuri riferimenti ad altre specie di *Phoma* o di generi affini per quanto riguarda uno stesso tipo di strut-

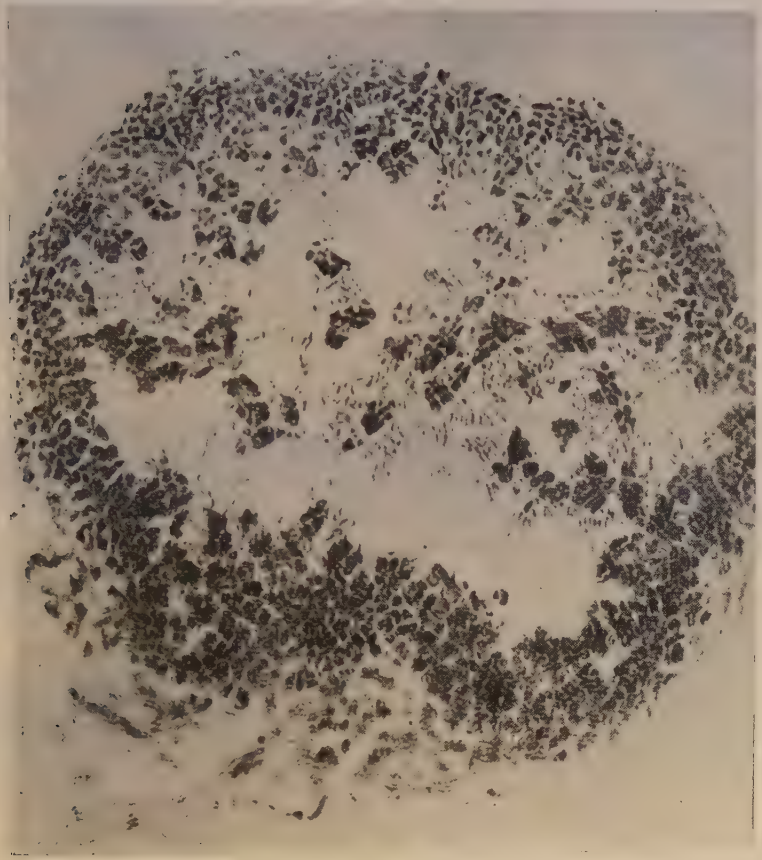


Fig. 6. — Microfotografia di una sezione di un picnidio quasi del tutto maturo, formatosi in coltura $\left(\frac{650}{1}\right)$.

tura dei picnidi e di formazione delle sporule. La descrizione e le figure pubblicate da Mercer (1) relativa-

(1) Mercer W. B., *On the morphology and development of Phoma Richardiae* n. sp. « Myc. Centrbl. », II, 1913, pag. 244.

mente alla *Phoma Richardiae* permettono di ritenere che il processo di formazione delle picnospore in questo fungo sia lo stesso di quello da me osservato, per quanto l'A.

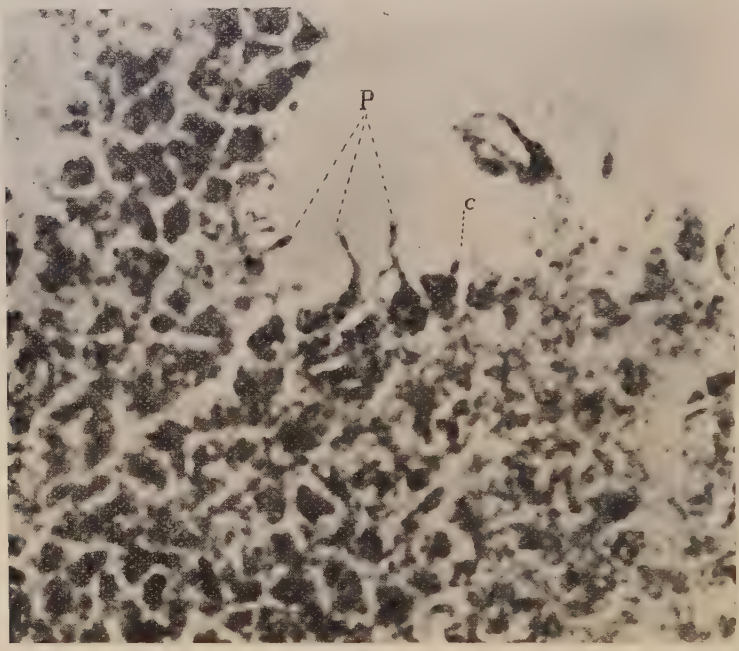


Fig. 7. — Microfotografia di cellule sporigene nell'interno di un picnidio maturo: *C*, una picnospora in formazione; *P*, tre picnospore interamente formate $\left(\frac{1250}{1}\right)$.

stesso confessi che « the exact manner in which the spores arise is not easy to see; indeed it is only possible in very young pycnidia ».

Anche nella *Plectophomella* Moesz, come ho già fatto rilevare, la sporulazione avviene senza dubbio in un modo simile a quello ora descritto.

Una formazione delle picnospore identica a quella che avviene nella *Deuterophoma* è stata esattamente rappresentata, ma non descritta, da Arnaud in disegni molto

chiari per lo stato spermogonico o micropicnidico di fumaggini (1).

Quando le ricerche sullo sviluppo dei picnidi di molte *Phomacee* saranno più progredite, sarà forse possibile

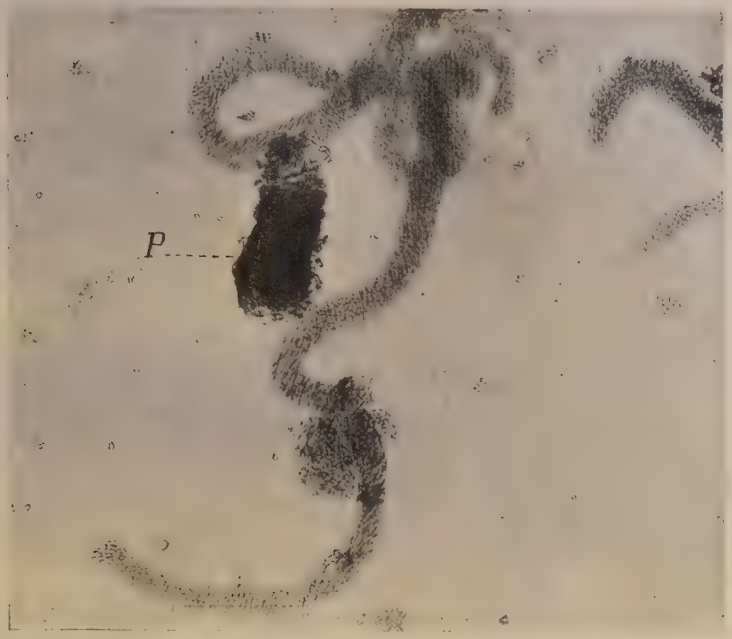


Fig. 8. — Eiaculazione delle picnospore da un picnidio *P*. Le picnospore sono emesse dal picnidio sotto forma di un lungo cirro gelatinoso circumvoluto $\left(\frac{250}{1}\right)$.

riunire in un sol genere o in una sottofamiglia tutte le forme nelle quali il processo di sporulazione si compie secondo il tipo rappresentato dalla *Deuterophoma tracheifila*.

II. La forma conidica. — Per i conidiofori non ramificati e sorgenti come ramificazioni laterali da un'ifa, per

(1) Arnaud G., in « Ann. École Agr. Montpellier » XII, 1912.

i conidi singoli e terminali, ialini, di forma allungata, la fruttificazione conidica della *Deuterophoma* è stata da me già riferita al tipo *Acremonium,* ma fra le varie forme che costituiscono la famiglia delle *Botrytideae*

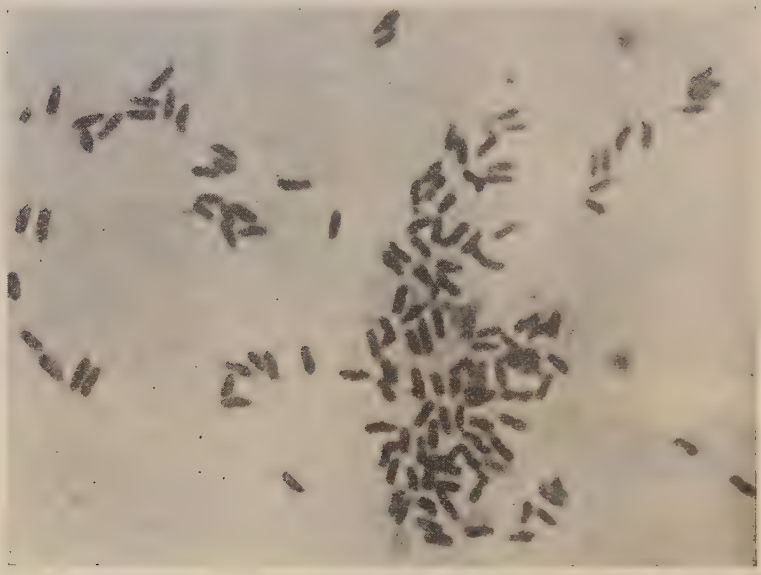


Fig. 9. — Picnospore (colorite con fucsina di Ziehl) $\left(\frac{1500}{1}\right)$.

Sacc., nei limiti della quale può farsi rientrare senza alcun dubbio la fruttificazione ifale in questione, se ne possono trovare altre che con quest'ultima presentano non trascurabili affinità. Specialmente alcune volte si osservano nelle colture dei conidiofori che sono riferibili al gen. *Botrytis*, costituiti da brevi rami laterali, semplici o settati, e con la formazione, di uno, due o tre conidi terminali, come mostra la unita microfotografia (fig. 12). L'accenno anche a una dentellatura per l'inserzione del conidio all'estremità del conidioforo è un carattere che avvicina di più a certe forme di *Botrytis* il tipo di fruttificazione conidica qui riprodotto. La formazione di conidi

sembra essere influenzata dalla formazione dei picnidi, nel senso che quando si sviluppano questi ultimi la formazione dei conidi cessa o è quasi mancante e quando

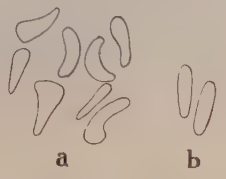


Fig. 10. — Picnospore di *Deuterophoma tracheiphila*: *a*, picnospore di forma irregolare; *b*, picnospore di forma regolare $\left(\frac{2000}{1}\right)$.

questa è molto attiva, come a 25-26° C., non si sviluppano picnidi.

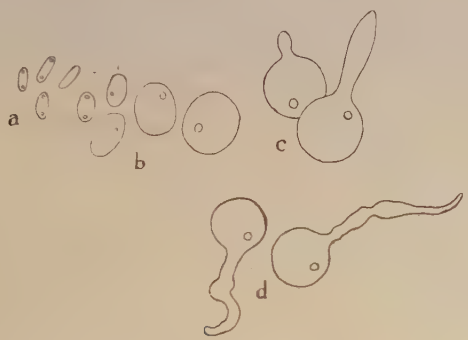


Fig. 11. — *a*, conidi di *Deuterophoma tracheiphila* $\left(\frac{800}{1}\right)$; *b*, conidi in diversi stadi di rigonfiamento in soluzione di glucosio 1 % $\left(\frac{800}{1}\right)$; *c*, picnospore in germinazione $\left(\frac{800}{1}\right)$; *d*, picnospore germinanti al 6° giorno in una soluzione di tannino 1 ‰ e glucosio 1 % $\left(\frac{800}{1}\right)$.

In natura non è mai stata trovata la forma conidica, ma non è escluso che essa possa svilupparsi dove il micelio viene a trovarsi a contatto con l'aria esterna, come sulle cicatrici lasciate dalla caduta delle foglie, o su

queste stesse quando sieno infette e si trovino nel terreno umido.

Le dimensioni dei conidi sono assai variabili, ma i limiti di variazione sono costanti in ciascuna varietà o razza del fungo. Le dimensioni sono in dipendenza diretta, per ciascuno stipite, delle condizioni di nutrizione e del contenuto in acqua del substrato colturale. La razza cromogena forma conidi più piccoli di quella non cromogena. Quest'ultima ha presentato, in uno stipite isolato in Palestina dal Prof. H. S. Fawcett, le più grandi dimensioni che io abbia osservato in questi organi. Mentre lo stipite cromogeno esistente in Sicilia forma conidi di 0,8-1,8 × 2,5-4 μ, lo stipite non cromogeno della Palestina forma conidi di 0,8-2,9 × 2,5-8,20μ. Anche lo stipite, pure non cromogeno di Galata (Pelopponeso), forma conidi più grossi di quelli dello stipite cromogeno della Sicilia, mentre lo stipite cromogeno, isolato dal Prof. Reichert in Palestina, dà origine a conidi quasi simili, per le dimensioni e per la forma, a quelli dello stipite siciliano. I conidi che si sviluppano su mezzi ricchi di acqua sono biguttulati ed i più grandi contengono anche 3 o 4 gocce di sostanze grasse.

I conidiofori sono quasi sempre leggermente coloriti in bruno-olivaceo nella loro porzione basale mentre sono sempre ialini all'estremità apicale. Il micelio che dà origine ai conidiofori è sempre più o meno colorito in bruno-olivaceo nelle ife aeree, che hanno la tendenza a riunirsi in fasci. Il diametro di queste ife varia da 3 a 5,5 μ; le ife immerse nel substrato restano in gran parte incolore e presentano spesso bruschi cambiamenti di diametro, trovandosi un articolo, rigonfiato ad ampolla a un'estremità, unito ad un altro molto più sottile. Le colture in liquidi nutritivi presentano un velo di micelio superficiale grigio o più o meno bruno su cui si elevano dei cuscinetti emisferici di ife grigie ricche di conidiofori.

Sulle piante infette da *Deuterophoma* non ho mai riscontrato la formazione di conidi. È molto probabile che questa forma di riproduzione abbia una particolare

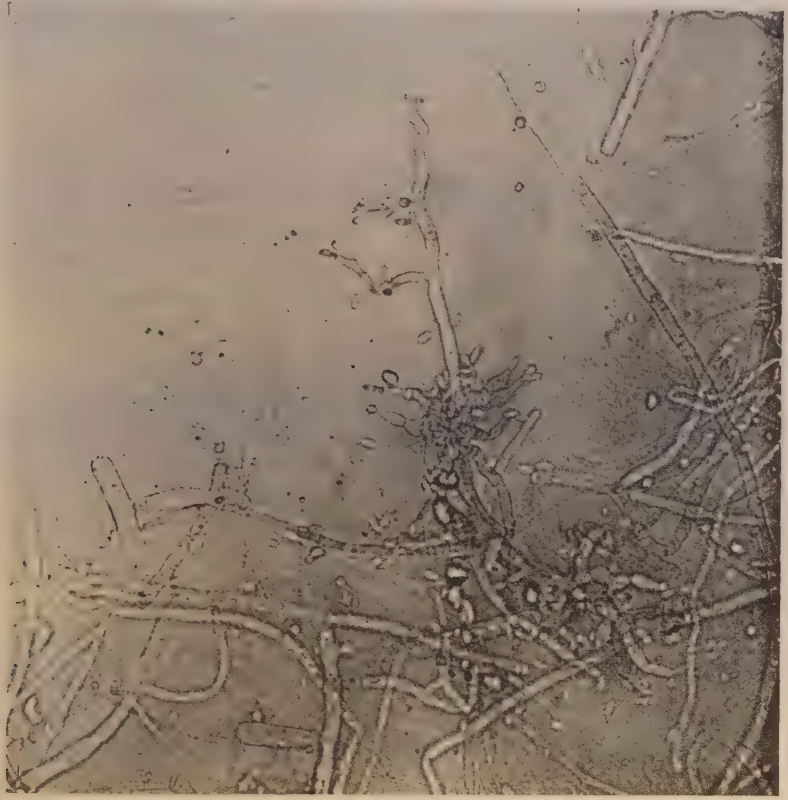


Fig. 12. — Forma conidica di *Deuterophoma tracheiphila* sopra agar-carote $\left(\frac{550}{1}\right)$.

importanza nella propagazione del fungo nella sua vita saprofitaria nel terreno. Le numerose foglie infette che cadono nella *conca* degli alberi ammalati, insieme ad altre sostanze organiche possono offrire un substrato nutritivo al micelio della *Deuterophoma* che senza dubbio può così vivere e propagarsi negli strati superficiali del suolo.

Il letame, i sovesci di leguminose ed altri fertilizzanti organici possono favorire questa vita saprofitaria del fungo (1).

III. La Deuterophoma tracheiphila isolata dalle piante di limone in Palestina. — In una pubblicazione del Dr. I. Reichert (2) della Agricultural Experiment Station di Tel-Aviv (Palestina) è accennato alla presenza sulle piante di agrumi in Palestina della malattia « *Wither-tip* » (antracnosi) attribuita al *Colletotrichum gloeosporioides* e al *Gloeosporium* (*limetticolum?*). Dopo che è stato identificato l'agente specifico del *mal secco* in Sicilia, è stato relativamente facile trovare in Palestina la *Deuterophoma tracheiphila* nei rami colpiti da antracnosi. Il Prof. H. S. Fawcett (3) e il Dr. I. Reichert nella primavera scorsa isolarono questo sferopsideo presso la Stazione di Tel-Aviv e per cortese concessione dei due fitopatologi ho potuto esaminare due colture di *Deuterophoma*, una proveniente dagli isolamenti eseguiti dal Prof. H. S. Fawcett, l'altra proveniente dagl'isolamenti eseguiti dal Dr. I. Reichert. Indico per brevità la prima coltura con D.F. e la seconda con D.R.. Il micelio della coltura D.F. e quello della coltura D. R., trapiantati su agar-carote, si presentano a 25-26° C. di un colore bruno intenso nello strato superficiale e nelle ife aeree. La formazione di conidi è assai attiva, mentre manca lo sviluppo di picnidi.

(1) Queste possibilità sono da porsi in relazione all'eventualità di infezioni delle radici a causa di ferite casualmente fatte con la lavorazione del terreno. Che il legno delle radici sia infettabile per contatto diretto col micelio di *Deuterophoma* è stato dimostrato da Savastano e Fawcett. Queste infezioni radicali sono però notevolmente ostacolate dalla presenza nel terreno di numerosi altri microrganismi che impediscono al micelio parassita d'infettare il legno.

(2) Reichert I., *On the investigation of Citrus diseases in Palestine* « The Palestine Citrograph » Vol. I, n. 11-12, 1928.

(3) Cfr. Fawcett H. S., *Citrus diseases in Palestine* « Hadar » III, n. 4, Aprile 1930, Tel Aviv.

I conidi sono assai più grandi in D. F. che in D. R. raggiungendo i primi la lunghezza massima di 8 μ mentre i secondi solo 6 μ.

Per i rimanenti caratteri le due colture, alla temperatura suddetta, non presentano altre differenze. Alla temperatura di 15-18° C. i trapianti su agar-carote dalle due colture originarie, hanno mostrato dopo alcuni giorni una marcata differenza di aspetto. Intorno ad un agglomerato di micelio aereo centrale, di color grigio e che si era formato in corrispondenza del punto d'innesto, si è sviluppato in D. F. un micelio superficiale grigio-biancastro in cui è avvenuta la formazione di picnidi, in D. R., dopo l'inizio dei picnidi, il micelio, intorno all'agglomeramento centrale, è diventato di color rosso-ceralacca. Il fungo della coltura D. R. appartiene quindi alla varietà cromogena come quella trovata in Sicilia. La comparsa del micelio rosso sull'agar-carote è stata però in questo caso l'effetto di una variazione che non sempre si verifica in modo così evidente su di un simile substrato nutritivo.

Interessante è il fatto che la formazione del pigmento non si è verificata a una temperatura superiore ai 24° C. Come è stato riferito nella precedente relazione (1), un substrato nutritivo che provoca costantemente la formazione del pigmento rosso è la gelatina al peptone di carne. Le colture dello stipite D.F. su questa gelatina non hanno presentato mai la colorazione rossa, mentre lo stipite D. R. in breve tempo produsse abbondante pigmento. È stato pure osservato che lo stipite D. F. è incapace di fluidificare la gelatina, mentre lo stipite D. R. la fluidifica rapidamente come lo stipite siciliano.

Questa incapacità di formare enzimi proteolitici sembra essere in accordo con una minore patogeneità da me riscontrata nella varietà non cromogena di Grecia e che s'identifica con quella della Palestina.

---

(1) Questo Bollettino, 1930, n. 1, pag. 63.

Per quanto riguarda i caratteri dei picnidi delle due varietà, sia negli stipiti asiatici, sia in quelli corrispondenti europei, non si notano differenze sostanziali tolte le dimensioni un po' maggiori nella varietà non cromogena, mentre le dimensioni e le forme delle picnospore sono le stesse.

Ho ricercato a lungo se in Sicilia si trovi la varietà non cromogena, ma sino ad ora il risultato è stato negativo. Ho raccolto rametti infetti da *mal secco* e con macchie brune nel legno, ma il micelio isolato da tali rametti si è poi dimostrato dotato della proprietà di formare il pigmento rosso.

IV. Influenza della temperatura sull'accrescimento del micelio, sulla formazione dei picnidi e sull'infezione delle piante di agrumi. — Il micelio della *Deuterophoma* può accrescersi sui substrati solidi e liquidi fra 10 e 28° C. Al disotto di 10° l'accrescimento è molto lento e diventa inapprezzabile a 6° C. Al di sopra di 28° C. l'accrescimento diventa pure lentissimo e a 30° C. cessa del tutto. Mentre la produzione dei conidi può avvenire a tutte le temperature comprese fra 12° e 28° C., i picnidi si sviluppano solo alla temperatura compresa fra 12° e 24° C. Se le colture non sono conservate in termostato, ma tenute alla temperatura del laboratorio, senza riscaldamento in inverno, il loro aspetto varia notevolmente dall'inverno all'estate. Col freddo il micelio superficiale è bianco niveo e solo per l'invecchiamento diventa grigio o leggermente olivaceo; la produzione dei picnidi è rapida e abbondante; in estate il micelio è bruno-olivaceo o bruno nero, ogni produzione di picnidi cessa e solo permane la formazione di conidi. Anche la produzione di ife ricche di pigmento rosso sembra esser favorita dalla bassa temperatura (1).

(1) Cfr. pag. precedente.

I trapianti di colture in piena attività di accrescimento non hanno mostrato traccia di sviluppo se posti alle temperature di 30°, 35° e 40° C. Dopo 10 giorni di soggiorno a queste temperature solo i trapianti conservati a 30° C. hanno ripreso l'accrescimento, se portati alla temperatura di 18° C., mentre i trapianti che erano stati esposti a 35° e 40° C. non hanno mostrato alcun segno di vita. La temperatura mortale è compresa fra 32° e 35° C. nelle condizioni anzidette.

In natura, ho potuto constatare che durante l'estate l'infezione si arresta completamente. Non solo non avvengono nuove infezioni, ma il micelio che già si trova nei rametti si arresta nel suo cammino discendente. I vasi che lo contengono e quelli vicini si riempiono di gomma che in qualche caso dà la reazione della lignina. Si tratta dunque di un indebolimento di vitalità del parassita e di una reazione della pianta. Disgraziatamente però il periodo estivo dei forti calori è forse troppo breve perchè il micelio della *Deuterophoma* venga a morire o perchè le picnospore formatesi alla fine dell'inverno o durante la primavera perdino la loro facoltà germinativa; ma a questo riguardo le ricerche in corso non potranno dare un risultato definitivo che nel prossimo autunno. Il periodo estivo rappresenta in ogni modo un periodo favorevole alla pianta ospite e sfavorevole al parassita e ciò tanto più elevata è la temperatura. Una condizione che in natura può preservare il micelio dalla morte durante l'estate è l'abbassamento notturno della temperatura, per cui l'azione di un calore superiore a 30° C. non viene risentito che saltuariamente e per poche ore.

Sperimentalmente un simile stato di cose ho potuto verificare nelle prove di riproduzione della malattia mediante l'infezione delle foglie. Mentre ho constatato la presenza del micelio nella nervatura secondaria e mediana, nel picciuolo e nel rametto, nelle esperienze eseguite in maggio, non ho mai osservato in questa estate

il disseccamento dei rametti così infetti e ciò a causa dell'arresto dell'infezione. Lo stesso risultato negativo ho ottenuto anche con l'inoculazione diretta del micelio nel legno, quando l'esperienza è stata fatta su piante conservate alla temperatura di 27°-30° C. Può essere che a questa temperatura la pianta subisca un leggero aumento del suo grado di resistenza all'infezione, ma dopo quanto è stato esposto più sopra sull'influenza della temperatura relativamente elevata sulla *Deuterophoma*, è molto probabile che il fatto sia dovuto unicamente ad un'attenuazione notevole dell'attività vitale del parassita.

Il fenomeno del resto non è nuovo per le tracheomicosi. Bewley (1) ha constatato che le piante di pomodoro colpite da *Verticillium albo-atrum* muoiono rapidamente se la temperatura si mantiene relativamente bassa (16°-20° C.); le piante invece resistono e guariscono se la temperatura sale sopra 25° C. Ciò è dovuto all'azione inibitrice della temperatura elevata sopra il *Verticillium* il quale però non muore, ma riprende la sua attività non appena la temperatura ritorna ad abbassarsi.

Potrà essere stabilito con ulteriori ricerche se l'assenza del *mal secco* in tutte le colture di agrumi dell'Egitto e del nord Africa sia in relazione alle più elevate temperature estive che colà si verificano in confronto a quelle della Palestina, della Grecia e della Sicilia.

Sarà senza dubbio molto interessante, anche da un punto di vista pratico, stabilire se in natura l'attenuazione o perdita dell'attività vitale del micelio sia soltanto un fenomeno temporaneo, che permanga cioè sino a tanto che la temperatura resti elevata, o se persista anche quando questa ritorni nei limiti del periodo invernale e primaverile. È ben vero che la propagazione e

(1) Bewley W. F., « *Sleepy disease* » *of the tomato.* « Annals of applied Biology », IX, n. 2, 1922.

la gravità che la malattia ha presentato in Sicilia dal 1918 ad oggi dimostrano che il periodo estivo, se può determinare una sosta temporanea del *mal secco*, non ne costituisce una seria causa avversa e quindi può sembrare del tutto infondata qualsiasi speranza che l'agrumicultore sia indotto ad avere sopra l'influenza benefica della temperatura estiva, ma si deve far osservare a questo riguardo che sino ad ora l'intervento dell'uomo, per trarre da una simile condizione naturale tutto il vantaggio possibile, è mancato per intero o non è avvenuto tempestivamente. Se infatti durante il periodo estivo una gran parte delle infezioni recenti o non ancora pervenute ai grossi rami o al fusto si arrestassero e si trovassero nell'impossibilità di ritornare attive nell'autunno e se non potessero ripetersi altre infezioni estive, tutte le piante già lievemente infette sarebbero così guarite e dovrebbero subire una successiva infezione dall'autunno alla primavera per trovarsi nuovamente sotto la grave minaccia di venire uccise dalla malattia.

Sarebbero dunque le infezioni autunnali e quelle della fine dell'inverno e del principio di primavera le sole possibili e quelle letali, giacchè il micelio del parassita avrebbe tutto il tempo di diffondersi ai grossi rami dove poi sarebbe protetto contro l'eccessivo calore estivo. Le infezioni autunnali sarebbero però scarse, come lo sono di fatto, a causa della penuria di picnospore germinabili e solo verso la fine dell'inverno o all'inizio della primavera (da metà febbraio a metà di aprile) sarebbero da temere le infezioni più numerose e più gravi, come lo sono di fatto, non solo per le favorevoli condizioni meteoriche, ma anche per il numero grande di picnospore germinabili e per lo spazio di tempo, prima dei forti calori estivi, in cui il micelio può facilmente diffondersi sino ai grossi rami e al fusto. È evidente che se tutto ciò sarà dimostrato, come attualmente lo è solo in parte, avremo un argomento persuasivo di più per l'applica-

bilità di quel provvedimento che tante volte è stato consigliato, ma solo da pochi eseguito, e che consiste nel taglio e nella distruzione col fuoco dei rami infetti.

Da quanto ora è stato esposto, sembrerebbe doversi ammettere che specialmente da metà settembre a tutto maggio non dovrebbero rimanere negli agrumeti rami infetti. È in un simile periodo dell'anno che gli agrumicultori dovrebbero provvedere con la massima cura ad una continua e severa rimonda della chioma delle loro piante ammalate (1).

V. L'INFEZIONE DELLE FOGLIE NELLE ESPERIENZE DI LABORATORIO E IN NATURA. — Nella primavera scorsa vennero eseguite alcune prove d'infezione delle foglie di arancio amaro cospargendone la pagina inferiore con una sospensione di picnospore in acqua. In una serie di tali esperienze, eseguite dal Dr. Ruggeri presso l'Osservatorio di S. Teresa Riva, venne mantenuto per 2 o 3 giorni un elevato grado di umidità intorno alle piante mediante tele bagnate sospese intorno alle piante che si trovavano in una stanza del laboratorio al riparo da germi provenienti eventualmente dall'esterno. Dopo un mese dalla deposizione delle picnospore sulle foglie, queste erano in parte cadute e mostravano, nelle sezioni della nervatura mediana, la presenza del micelio di *Deuterophoma*. Alcuni rametti già incominciavano a disseccare, ma per il sopravvenire del caldo estivo la diffusione del micelio verso il fusto nel giugno già era assai rallentata. In altre esperienze eseguite a Roma, tenendo le foglie di un rametto dentro un tubo di vetro per 48 ore dopo la contaminazione

(1) Un simile provvedimento conserva tutto il suo valore di mezzo profilattico anche se si vuole ammettere che in alcuni casi l'infezione provenga dalle radici, come ritengono Savastano e Fawcett.

con le picnospore, si è ripetuto lo stesso fatto constatato a S. Teresa, e cioè è occorso un mese di tempo perchè alcune delle foglie infette cadessero e per trovare il micelio nel rametto, sotto al punto di inserzione delle foglie stesse. L'infezione poi si è arrestata anche in questa serie di esperienze quando la temperatura dell'ambiente ha raggiunto i 28° C.

Una questione che ha un grande interesse per la scelta del metodo di lotta preventiva contro la malattia è quella che si riferisce al modo con cui il micelio penetra nel mesofillo. È necessario, come avviene nella pluralità delle infezioni fungine sulle piante superiori, che la spora germini sulla superficie dell'epidermide e che il micelio che ne deriva penetri nella foglia attraverso le aperture stomatiche? Oppure le spore, spinte dal vento, possono essere trasportate passivamente attraverso queste aperture e giungere poi nelle camere stomatiche?

Nel primo caso i trattamenti anticrittogamici preventivi potrebbero essere efficaci, nel secondo caso sarebbero inefficaci. È quindi della massima importanza risolvere una simile questione.

Le ricerche eseguite sino ad ora per constatare la penetrazione del micelio attraverso gli stomi sono fallite anche adoperando foglie infettate sperimentalmente e quindi con gran numero di picnospore. Che queste germinino sulla superficie fogliare quando si trovino a contatto di acqua è stato osservato molte volte, ma che il tubo di germinazione penetri negli stomi mai è stato osservato. Le picnospore prima di germinare aumentano il proprio volume anche di dieci volte e il tubo di germinazione presenta un diametro che supera anche del doppio la larghezza massima dell'apertura stomatica.

Questa differenza di dimensioni non costituirebbe un ostacolo insormontabile alla penetrazione del tubo di germinazione nello stoma, giacchè il micelio di *Deuterophoma* presenta delle ife anche sottilissime (poco più

di 1μ.) e quindi una riduzione del diametro del tubo di germinazione pel passaggio attraverso lo stoma è un fatto possibile ed ammissibile, ma per ora non è stato constatato.

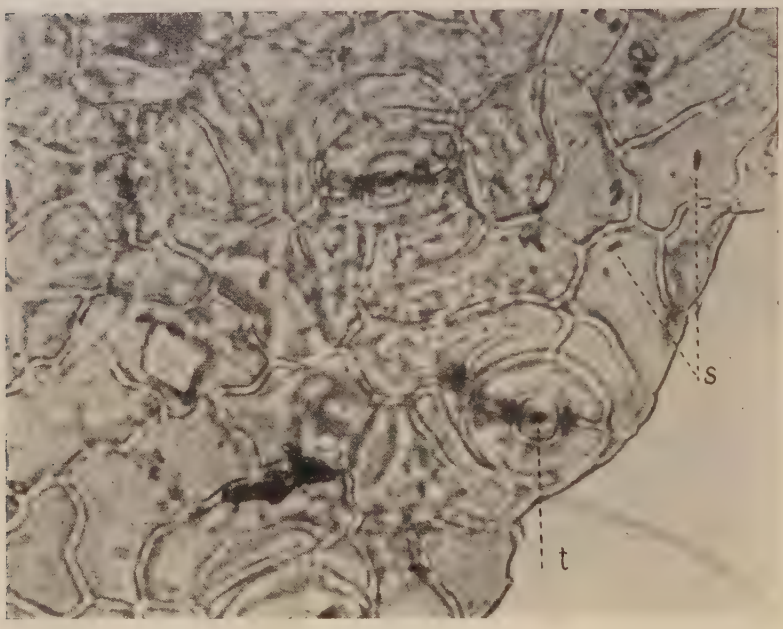


Fig. 13. — Microfotografia di un piccolo lembo di epidermide inferiore di una foglia di arancio amaro: *t*, apertura di uno stoma; *s*, due picnospore di *Deuterophoma*. Le loro dimensioni sono tali che il loro trasporto nelle aperture degli stomi è possibile $\left(\frac{850}{1}\right)$.

L'eventualità del secondo caso, per quanto non ancora dimostrata, presenta pure molte probabilità di poter corrispondere al vero. La fig. 13, riproduce una microfotografia di un piccolo lembo di epidermide inferiore di una foglia di arancio amaro. È ben visibile uno stoma di cui è evidente l'apertura *t*. In *s* sono indicate delle picno-

spore nei loro effettivi rapporti di dimensione con l'apertura stomatica. Per quanto difficile possa sembrare il trasporto passivo di una picnospora in una simile piccola apertura, noi dobbiamo riflettere che fra le migliaia di spore, che dal vento possono essere proiettate contro la pagina inferiore di una foglia, una almeno abbia la probabilità di penetrare in uno stoma. Se nell'atmosfera umida le picnospore subissero rapidamente il rigonfiamento, questa probabilità di passaggio fra le due cellule stomatiche sarebbe resa più difficile, ma, come è stato già riferito nella precedente relazione, le picnospore impiegano circa 24 ore prima di presentare il rigonfiamento, quindi anche trovandosi in un'atmosfera umida conservano per un tempo relativamente lungo le primitive dimensioni. Le esperienze per giungere a una dimostrazione anche indiretta della possibilità dell'infezione delle foglie, mediante la proiezione su di loro di una corrente di aria contenente picnospore, sono state interrotte per il sopravvenire della stagione estiva e saranno riprese nell'autunno.

La ricerca, microscopica e mediante le colture, del micelio di *Deuterophoma* nel lembo fogliare ne ha dimostrata la presenza nella nervatura mediana, in quelle secondarie e di terzo ordine e così pure negl'intercellulari del tessuto spugnoso. Che in questi casi non si trattasse di una diffusione nelle foglie del micelio già esistente sul rametto, è stato sempre verificato seguendo la colorazione arancione degli elementi vascolari che andava scomparendo gradatamente verso la base del rametto.

Per quanto riguarda le dimensioni delle aperture stomatiche nell'epidermide fogliare di limone (recettivo), di mandarino (resistente) e di arancio dolce (resistente) è risultato che nelle prime due piante le aperture stomatiche presentano circa le stesse dimensioni di quelle dell'arancio amaro, mentre nell'arancio dolce esse sono assai più grandi. Non si potrebbe quindi in nessun caso

attribuire a proprietà anatomiche dell'epidermide la resistenza del mandarino e dell'arancio (1).

VI. La coltura di D. tracheiphila a spese delle sostanze solubili contenute nel tessuto legnoso di piante recettive e di piante resistenti. — Nella relazione precedente è stato riferito sopra il risultato della germina-

(1) Con quanto è riferito nella presente relazione e in quella precedente circa la riproduzione sperimentale della malattia devono essere discusse le recenti osservazioni del Dr. Savastano e del Prof. Fawcett fatte sopra lo stesso argomento. Mentre dalle esperienze di questi AA. è stata confermata la specificità dell'azione patogena della *Deuterophoma*, come agente del *mal secco*, è stato posto in evidenza il fatto che il diffondersi del micelio dal basso verso l'alto della pianta è notevolmente più rapido che dall'alto verso il basso e che inoculando il fungo nelle radici o alla base del fusto, il disseccamento del ramo o dei rami corrispondenti al settore infetto avviene in pochi mesi, mentre facendo le inoculazioni nei rametti la diffusione del micelio verso la base dei rametti stessi e ai rami più grossi è molto lenta. Da simili risultati sperimentali gli AA. ritengono che, almeno nel caso delle infezioni più gravi, queste avvengano per le radici.

Che il micelio della *Deuterophoma* sia capace d'infettare il legno del fusto e delle radici è reso evidente dall'esame delle piante ammalate da molto tempo e nelle quali un settore è completamente secco. È facile constatare in simili piante la continuità del micelio patogeno dalla punta dei rametti alle radici morte corrispondenti, rivelandone la presenza colla particolare colorazione che acquista il legno infetto. È però impossibile stabilire in simili casi da dove l'infezione abbia avuto origine, se dai rametti o dalle radici. La risposta ad un simile quesito la troviamo invece esaminando il decorso della infezione in piante che si trovino da poco tempo colpite dalla malattia, nelle quali la superficie dei tagli, che successivamente si possono fare sui rami a diverse altezze dal fusto, svela la presenza del micelio con le macchie di color arancione del tessuto legnoso.

Si può constatare così che ad un certo punto, procedendo coi tagli verso il basso, tali macchie finiscono per scomparire e si trova che il legno è sanissimo. È su questo fatto che si basa la potatura di

zione delle picnospore nel succo estratto dalle nervature delle foglie delle quattro specie di *Citrus* suddette. Nessuna sostanza ad azione inibitrice della germinazione si rese evidente in quelle esperienze, ma solo un minore sviluppo del micelio nell'estratto di nervature di arancio dolce fece ammettere piuttosto un contenuto minimo di sostanze ad azione chemotropica positiva nel tessuto legnoso di questa pianta. Simili ricerche sono state riprese nel giugno scorso e si è voluto stabilire quale comportamento mostrasse il micelio di *D. tracheiphila* sopra de-

---

rigenerazione di una pianta ammalata, ed i potatori delle zone colpite dal *mal secco* lo conoscono perfettamente. Un simile decorso della malattia è poi evidentissimo nelle piantine di vivaio. Il vivaio del Dr. Pugliatti, a S. Teresa Riva, ammalato da 12 anni in un terreno ricchissimo di picnospore del fungo patogeno, offre un bellissimo esempio di infezione dei rametti che si ripete ogni anno. Come ho detto in altri miei scritti, se in queste piante l'infezione non invade il fusto, è per un grado maggiore di resistenza delle piante non fruttifere.

Senza dubbio se artificialmente s'inoculasse alla base del fusto o nelle radici di queste piante il micelio di *Deuterophoma*, esse morirebbero entro breve tempo. Sembra però che nelle condizioni naturali un simile modo d'infezione avvenga solo in via eccezionale.

Se così non fosse, i limoneti infetti scomparirebbero rapidamente e neppure le piante di arancio e di mandarino potrebbero resistere a lungo, giacchè esse sono tutte innestate sopra l'arancio amaro.

Circa la rapidità maggiore con cui il micelio nelle esperienze di Savastano e Fawcett si è diffuso verso l'alto dell'organo inoculato, mentre nelle mie esperienze ed in molte osservazioni fatte su piante colpite dalla malattia si è verificato il fatto opposto, si tratta di un comportamento del fungo che certamente è in dipendenza delle condizioni fisiologiche nelle quali si trovavano le piante sottoposte alle infezioni e dovrà essere oggetto di ulteriori osservazioni.

Che la progressione del micelio nei vasi del legno avvenga, nelle inoculazioni eseguite quando la pressione radicale sia attiva, con rapidità maggiore verso l'alto, è attribuibile al fatto che la corrente ascensionale dei succhi contenuti negli elementi vascolari trasportando verso l'alto i prodotti del ricambio del microrganismo patogeno ed accumulandoli negli organi periferici viene con ciò a dimi-

cotti di legno e di midollo di rametti di 1-2 anni delle 4 specie di agrumi suddetti (1). Naturalmente con un simile metodo di preparazione del substrato nutritivo vengono distrutte tutte le sostanze termolabili. Lo sviluppo del micelio non ha presentato differenze apprezzabili nei decotti dei quattro diversi tessuti legnosi, cosicchè si deve concludere che nessuna fra le sostanze solubili in acqua e termostabili, contenute nel tessuto legnoso dell'arancio dolce e del mandarino, possiede un'azione inibitrice o soltanto ostacolante l'accrescimento del micelio. È quindi molto probabile che il minore sviluppo del micelio osservato nelle esperienze eseguite con succo estratto dalle nervature fogliari, non bollito, fosse dovuto all'azione inibitrice di una sostanza termolabile, che è stata distrutta con la bollitura nel decotto del legno dei rametti.

Nell'estratto di legno giovane di arancio, non bollito, il micelio si sviluppa stentatamente. Nel valutare l'azione antagonista del succo estratto con la pressa occorre riflettere che nei vasi del legno la sostanza o le sostanze attive agiscono sul fungo in una concentrazione molto più elevata di quella che esse possono avere nell'eterogenea miscela di soluzioni saline e colloidali che costi-

---

nuire la resistenza che il tessuto legnoso mercè la reattività delle cellule perivasali può opporre al progredire del micelio. Inoculato nelle radici o alla base del fusto, o di un grosso ramo, il micelio ha dunque la possibilità di rendere molto più facile la sua avanzata, agendo a distanza sugli elementi viventi del legno, mentre, penetrando dall'estremità di un rametto questa sua azione può in gran parte essere ostacolata dalla corrente ascensionale dei succhi.

Che questa favorisca od ostacoli direttamente il cammino del micelio per una azione prettamente meccanica sulle ife, non è ammissibile.

(1) Gr. 3 di rametti di 1 o 2 anni, decorticati e ridotti in piccoli frammenti, erano bolliti (1 ora ogni 24 per 3 giorni consecutivi) in 100 cmc. di acqua distillata.

tuiscono il *succo* spremuto da tutto il tessuto legnoso, compreso il midollo ed i raggi midollari.

Le ricerche a un tal riguardo saranno riprese nel prossimo autunno.

VII. Significato biologico della formazione del pigmento rosso. — Le ife nelle quali viene ad accumularsi il pigmento subiscono più o meno rapidamente un processo di disorganizzazione del plasma per cui tutte le porzioni di ife pigmentate fortemente sono prive di ulteriore accrescimento. In qualche caso è la porzione più giovane dell'ifa che viene colpita da un simile processo degenerativo, quindi non è sempre l'invecchiamento delle ife stesse una delle cause che determinano o favoriscono la formazione del pigmento. Colture della varietà cromogena, casualmente inquinate da *Penicillum*, hanno presentato dopo pochi giorni di sviluppo il micelio rosso, solo dal lato in cui era avvenuto l'inquinamento. Lo stesso fenomeno si è ottenuto inquinando le colture con batteri saprofiti. Si deve dunque concludere che in questi casi la formazione del pigmento costituisce un processo di degenerazione del micelio, ma colpendo le singole ife dopo alcun tempo dalla loro formazione e solo una parte di esse, permette al micelio stesso di continuare ad accrescersi, ma non di dare origine a picnidi.

La temperatura superiore a 24° C. sembra ostacolare la formazione del pigmento e così pure la reazione leggermente acida che provoca invece l'imbrunimento del micelio superficiale delle colture. Come è stato già detto nella relazione precedente, la gelatina al peptone o al brodo di carne favorisce notevolmente la formazione del pigmento. Nei vasi del legno delle piante infette esiste certamente una sostanza che stimola la secrezione del pigmento, giacchè questo non si osserva nell'interno delle ife ma si diffonde da queste nella gomma e nelle pareti cellulari. In questo caso dunque sembra che non si tratti

di un processo degenerativo. In coltura si è ottenuto la secrezione del pigmento nel substrato usando la gomma arabica (12%). Nelle colture immuni da qualsiasi inquinamento la comparsa del micelio rosso avviene in piccole aree isolate, per lo più periferiche, derivando manifestamente da un'ifa originaria in cui la formazione del pigmento sembra costituire l'effetto di una variazione. Nelle colture liquide il micelio rosso si presenta sotto la forma di piccole colonie superficiali rotonde, incluse nella grande colonia fondamentale di color grigio biancastro. Evidentemente la disposizione alla formazione di ife cromogene esiste sempre nel micelio di questa varietà di *Deuterophoma*, perchè questa disposizione si traduca in un'effettiva formazione di pigmento occorre uno stimolo esterno, probabilmente di natura trofica.

Può ammettersi, come ipotesi di lavoro, che il pigmento insieme alla secrezione di proteasi rappresenti per il fungo un mezzo di offesa e di difesa contro altri organismi viventi. Nella sua vita parassitaria, nelle piante di agrume, il pigmento può servire al micelio per esercitare un'azione tossica sulle cellule perivasali e sul cambio, nelle colture inquinate per proteggersi contro i prodotti del metabolismo di altri microrganismi.

VIII. È POSSIBILE TRARRE DALLE ATTUALI NOZIONI SULLA MALATTIA, DELLE DEDUZIONI DI PRATICA APPLICAZIONE NELLA LOTTA CONTRO DI ESSA? — In attesa che le esperienze in corso sopra la natura e il vero valore pratico della resistenza dell'arancio al *mal secco* abbiano dato dei risultati sicuri, nell'Osservatorio di S. Teresa Riva e ad opera del Dr. G. Ruggeri, sono stati eseguiti diversi doppi innesti di marze di arancio e di limone sopra l'arancio amaro, intercalando l'arancio dolce fra quest'ultimo e il limone, con lo scopo di stabilire se interponendo una porzione più o meno estesa di pianta resistente fra le due suscettibili, sia possibile ottenere se non altro un notevole prolungamento di vita delle piante colpite dal-

l'infezione. La buona riuscita dell'esperienza dipende naturalmente dal grado di resistenza che il legno di arancio dolce può opporre al passaggio del micelio di *Deuterophoma*.

Può anche esser previsto, come possibile, un aumento di quel grado minimo di resistenza che al diffondersi del microrganismo patogeno presentano anche le piante di limone nei loro rami e che si manifesta con la lentezza con cui in molti casi il micelio progredisce nei vasi del legno. L'innesto dell'arancio dolce sull'arancio amaro, nei luoghi colpiti dalla malattia, potrebbe da solo costituire un mezzo per la continuazione della coltura degli agrumi, ma disgraziatamente l'abbondante sviluppo della *Ceratitis capitata* Vied. che si verifica sul versante orientale della Sicilia apporterebbe a tale coltura danni troppo gravi per essere sufficientemente redditizia. Cosicchè, pur sembrando consigliabile l'innesto delle giovani piante di arancio amaro con arancio dolce, quando si vogliano ripiantare agrumi nei terreni colpiti dal *mal secco*, sarebbe opportuno in via sperimentale, di tornare ad innestare il limone sopra l'arancio dolce dopo che le piante abbiano perfettamente attecchito.

Le esperienze in corso dimostreranno quale sia il grado di resistenza del pompelmo alla malattia.

L. Petri.

Ricerche morfologiche e sperimentali su un micromicete termofilo

(*ACREMONIELLA THERMOPHILA* Curzi)

SOMMARIO.

I. — Generalità e scopo del lavoro.
II. — Ricerche morfologiche e sistematiche.
A. — Organi vegetativi di sviluppo e di conservazione.
B. — Organi vegetativi di riproduzione.
1. — Conidiofori.
2. — Sporificazione e conidi.
C. — Posizione sistematica e sinonimia.
III. — Ricerche fisiologiche e biologiche.
A. — Sviluppo culturale e variazione dei caratteri.
1. — Variazioni fluttuanti.
2. — Variazioni a salti alternanti.
3. — Variazioni a salti non o parzialmente reversibili.
a. — Rapporti e variazioni negli stipiti cloniali.
b. — Reversioni e discussione.
B. — Influenza della temperatura su lo sviluppo culturale e su la selezione degli stipiti.
C. — Diffusione ed esistenza del fungo in natura.
IV. — Conclusioni.

I. — Generalità e scopo del lavoro.

L'esistenza della maggior parte degli esseri viventi non è possibile oltre i 45° C. Anzi, nei metazoi il limite massimo di temperatura è ordinariamente compreso fra i 30° e i 40° C. e poche volte esso arriva ai 45° C. come in alcuni vermi e insetti acquatici viventi presso sorgenti termali [9]. Nei vegetali invece sono frequenti i casi di organismi che resistono a temperature molto superiori all'usuale, e sono i gruppi botanici inferiori che presentano diverse specie le quali possono vegetare e riprodursi normalmente a temperature piuttosto elevate.

Il Cohn [4] fin dal 1862 osservò nella sorgente di Karlsbad delle cianoficee del genere *Oscillaria* che vivevano nei punti ove la temperatura dell'acqua era di 59° C., e l'Hoppe-Seyler [15] nelle terme di Ischia, nel

1875, trovò pure delle alghe svilupparsi a 60° C. e non a temperature superiori.

Ma più che nelle alghe i veri organismi termofili li riscontriamo nei miceti e meglio ancora negli schizomiceti.

Dopo che il Miquel [24] nel 1879 isolò dalle acque della Senna un bacterio che poteva svilupparsi fino a 70° C., gli studii sugli schizomiceti termofili si sono moltiplicati e oggi si conoscono diverse specie di *Lactobacillus* Beij. che hanno l'ottimo di sviluppo fra i 40° e i 45° C., lo *Streptococcus thermophilus* Orla-Jens., che l'ha a 45° C., l'*Actinomyces thermodiastaticus* Bergey a 65° C., ed inoltre una quindicina di specie di *Bacillaceae* che hanno generalmente l'ottimo di sviluppo compreso fra i 55° e i 70° C. [1]. Tra questi il *Bacillus Losanitcki* Geog., isolato dall'acqua a 83° C. della sorgente termica di Vranje (Serbia), ha la temperatura ottima di 72°-73° C., la minima a 45° C. e la massima a 78° C. [11].

Questi microrganismi hanno poi una diffusione straordinaria; essi non si rinvengono soltanto nelle acque termali [11] [37] e nei terreni tropicali [12], ma anche nelle acque del mare, dei fiumi, delle cloache e delle varie sorgenti; nella terra, nella polvere, nella paglia, nel letame; nelle feci di diversi mammiferi, uccelli, anfibi e pesci; nel latte, nel formaggio, nel muco della bocca, e perfino su la neve caduta di fresco [19] [33] [30] [40].

L'isolamento di questi bacteri da substrati, in cui le condizioni di temperatura sono tali da non permettere il loro sviluppo, stanno a provare, oltre la grande diffusione di questi organismi, la resistenza che essi presentano alle temperature basse. Ma dove si sviluppano? Se alcune specie sono state isolate dalle acque termali non è detto che queste possano costituire l'*habitat* naturale più comune, perchè poche sono le sorgenti e limitate le specie isolate.

Questa diffusione è in relazione alla possibilità di potersi riprodurre e moltiplicare un po' ovunque.

Nell'intestino umano tali microrganismi si riscontrano costantemente, e secondo Tsiklinski [39] comparirebbero nel neonato poche ore dopo la nascita; il tubo digerente dell'uomo e degli animali potrebbe quindi costituire un comune ambiente di sviluppo, ma quando si pensa che questi microrganismi sono generalmente aerobici ed hanno una temperatura ottima superiore al calore animale, non può ritenersi con sicurezza una tale probabilità. Più che nella sostanza organica in fermentazione nell'intestino i bacteri termofili si sviluppano all'aperto, là dove vi è un fenomeno fermentativo o di decomposizione della sostanza organica con elevamento di temperatura. Infatti, essi si rinvengono costantemente nel letame e in tutti i fenomeni di decomposizione delle materie organiche accompagnati da autoriscaldamento, prendendo parte attiva a questi processi una volta ritenuti di natura prettamente chimica.

Su questi schizomiceti il Globig [12] richiamò l'attenzione degli studiosi fin dal 1887, facendo osservare che le ricerche che allora venivano fatte su tali organismi non dovevano considerarsi come oggetto di pura curiosità. Essi possono essere agenti di fermentazione di alcuni zuccheri o del latte e di decomposizione della cellulosa, agendo a temperature anche superiori a quella di coagulazione dell'albumina [19] [20] [21] [35].

Numerosi e importanti sono quindi gli schizomiceti amanti del calore mentre molto esiguo è il numero delle specie fungine termofile e per di più sono quasi tutte imperfettamente note.

I funghi conosciuti come termofili sono generalmente termotolleranti, potendo svilupparsi bene tanto a temperatura ordinaria quanto alle temperature biologiche elevate, ma fino a un massimo che generalmente non supera i 60° C. Così sono riportati fra i termofili varî miceti isolati da substrati animali come l'*Aspergillus fumigatus* Fres., il *Paecilomyces Variotii* Bainier [17] [36], e alcune *Mucoraceae* quali il *Mucor pusillus* Lindt, il *Rhizo-*

mucor parasiticus Luc. et Cost., la *Lichtheimia corymbifera* (Cohn) Vuill., ecc.

Soltanto fra gli ifomiceti troviamo delle specie veramente termofile le quali non si sviluppano alla temperatura ordinaria dell'ambiente, che possiamo fissare col Miehe [21] al disotto di 25° C.. Tali ifomiceti sono: L'*Acremonium lanuginosus* (Tsilinski) n. c.; la *Malbranchea pulchella* Sacc. et Penz.; il *Penicillium Dupontii* Gr. et M.; e l'*Acremoniella thermophila* Curzi.

Il primo non è stato più rinvenuto dacchè l'Autrice lo descrisse nel 1899 sotto il nome di *Thermomyces lanuginosus* Tsil. [38]; esso, in base ai caratteri dati è indubbiamente un *Acremonium* Link. e a tale genere per questo lo riporto. Il secondo venne studiato dal Miehe [21] [22] nel 1907 sotto il nome di *Thermoidium sulfureum* Miehe; il terzo, isolato dal letame in fermentazione dal Dupont, venne descritto nel 1911 da Griffon e Maublanc [13]; e l'ultimo è stato rinvenuto da vari autori e recentemente da me su una speciale alterazione del frumento soprariscaldato [6].

*
* *

Fra questi ifomiceti l'*Acremoniella thermophila*, è certamente il più importante e, secondo le ricerche da me fatte, è il più termofilo di tutti i funghi fin'oggi conosciuti, potendo svilupparsi anche a 70° C.

Nel gennaio ultimo scorso, dopo che fui trasferito presso questa Stazione, il Mason dell'*Imperial Bureau of Mycology* di Kew mi avvisava che il fungo che io avevo descritto in una « pseudocarie » delle cariossidi di frumento, era servito al Rege [31] nel 1927 sotto il nome di *Acremoniella* sp., per uno studio sull'azione dei funghi nella decomposizione della paglia. Dall'esame della coltura che mi venne inviata dal Bryerley, sotto il quale il Rege aveva lavorato nella stazione sperimentale di

Rothamsted, ho potuto constatare l'esatta corrispondenza dell'indicazione del Mason.

Il fatto poi che la *Malbranchea pulchella* Sacc. et Penz. e qualche altro micete termofilo erano stati descritti o riportati da alcuni microbiologi sotto nomi speciali, non affatto corrispondenti alla loro vera posizione sistematica, mi ha messo in sospetto che anche il mio fungo, oltre sotto il nome di *Acremoniella* sp., come ha fatto il Rege, il quale si è limitato a una determinazione generica impeccabilmente esatta, possa essere stato riportato sotto altri nomi generici appartenenti a famiglie di deuteromiceti molto diverse. E infatti, dallo spoglio della letteratura sulla flora micologica termofila che nell'ultimo cinquantennio ha interessato alcuni microbiologi, trovo che il fungo venne riscontrato per primo nel 1907 da Miehe [21] il quale l'isolò dal fieno riscaldato e lo riferì erroneamente al *Thermomyces lanuginosus* Tsil.

Nel 1911 lo stesso fungo, isolato dal Dupont dall'avena umida, posta in ambiente riscaldato a 50° C., venne studiato da Griffon e Maublanc [13], i quali lo trovarono corrispondente a quello riportato dal Miehe e lo riferirono al genere *Sepedonium* Link.

Da questa breve rassegna dei lavori dei vari autori che si sono occupati di questo fungo, risulta chiara la confusione che c'è nella denominazione e nella tassonomia della specie; questa confusione ha portato qualche autore a fare ricerche microbiologiche già fatte da altri con il medesimo ifomicete senza sapere che attraverso alla differente denominazione usata si nascondeva la stessa identità specifica.

Per precisare la posizione sistematica e alcuni speciali fenomeni di variazione che la specie presenta, ho intrapreso uno studio morfologico e biologico di questo ifomicete tanto diffuso in natura e certamente interessante per le sue speciali proprietà termofile e per il suo intervento nei fenomeni di autoriscaldamento della sostanza organica.

II. — Ricerche morfologiche e sistematiche.

A. — Organi vegetativi di sviluppo e di conservazione.

Il micelio del fungo è ordinariamente ialino, piuttosto uniforme, frequentemente e regolarmente settato con le ife riunite spesso a fasci funiculosi striscianti sul substrato nutritivo e talora elevati a guisa di sinnemi irregolari e varî. Quando è vecchio assume sovente una leggera colorazione verdastra la quale è più intensa nei substrati amidacei.

Nel micelio aereo predominano ife sottili, frequentemente ramificate, di 0,7-2 μ. di diametro, le quali raramente arrivano a misurare 2,5 μ. Le ife striscianti sul substrato sono generalmente più grosse e diritte, poco ramificate ed hanno un calibro medio di 2-2,5 μ. e qualche volta anche di 3 μ.

Fig. 1. — Cellarioli, × 980 (C. l. Abbe-Apathy, Zeiss oc. 4, obb. E).

Tanto nel micelio aereo quanto in quello strisciante non ho mai osservato, nelle condizioni ordinarie, veri organi vegetativi di conservazione. Soltanto nelle colture su terreni molto ricchi di principi idrocarbonati e in quelle sviluppatesi a temperatura elevata, specialmente fra i 60°-70° C., le ife presentano dei rigonfiamenti in-

tercalari e meno frequentemente terminali, globosi, irregolari e ripieni di protoplasma granuloso con sostanze di riserva (grassi, glicogeno).

Questi rigonfiamenti costituiscono degli elementi vegetativi a parete sottile, la quale si conserva tale in tutto il periodo di evoluzione della cellula, coincidente generalmente con quello delle cellule ifali ordinarie, e non possono per questo essere considerati come clamidospore o come uno stadio iniziale di questi tipici organi di conservazione (Fig. 1). Si formano per una semplice concentrazione protoplasmatica, e con tutta probabilità nelle colture sviluppatesi ad alta temperatura, hanno anche lo scopo di meglio proteggere il protoplasma dal disseccamento, dato che in questo caso sono le ife striscianti superficiali che hanno un maggior numero di cellule ingrossate.

Questi elementi vegetativi che non hanno la parete ispessita come le clamidospore, e che sono poco differenziati dalle cellule ordinarie, con una funzione conservatrice particolare o limitata, come altri elementi simili che si riscontrano frequentemente nel micelio di diversi funghi, credo opportuno distinguerli con un nome speciale, chiamandoli *cellarioli* (dal latino *cellariolum* = piccola cella dispersa), con un nome cioè che possa ben indicare le loro caratteristiche di piccoli magazzini di riserva e di conservazione del protoplasma, mentre chiamo *ificellarioli* (lat. *hyphicellariola*) una serie continua di tali cellule costituenti nel loro insieme le « ife torulose » o il « micelio di riserva » di diversi autori (Fig. 2).

Nelle colture su mezzi liquidi, come nelle soluzioni nutritive a base di peptone e di vari carboidrati, sono molto frequenti dei rigonfiamenti intercalari, fialiformi, o globosi, aventi dapprima il protoplasma vaculoso, e poi tutta la parte centrale occupata generalmente da un grande vacuolo avvolto da un sottile strato di protoplasma aderente alla parete. Anche all'estremità delle ife si trovano spesso dei rigonfiamenti simili, i quali per certi

stipiti del fungo coltivati su substrati liquidi, come nelle soluzioni di peptone e saccarosio, assumono delle dimensioni molto grandi (Fig. 4).

Fig. 2. — Ificellarioli, × 980 (C. l. Abbe-Apathy, Zeiss oc. 4, obb. E).

Questi elementi, i quali sono molto rari nei terreni solidi, non hanno alcuna funzione conservatrice e sono caratterizzati soltanto da una elevata pressione osmotica sviluppata dal succo dei vacuoli. Essi possono derivare da cellule ifali ordinarie o da giovani conidî, oppure anche da cellarioli e riguardano sempre cellule vegetative anormali, in via di degenerazione; non si formano come i cellarioli per accumulo di protoplasma, ma per aumento di volume dei vacuoli e spesso di un unico vacuolo cen-

trale che spinge il protoplasma contro la parete e lo distende in un sottilissimo strato fino a che l'elasticità sua e della membrana faccia equilibrio alla pressione interna. Per la lacerazione della parete o meglio per una modificazione chimica delle sostanze osmoticamente at-

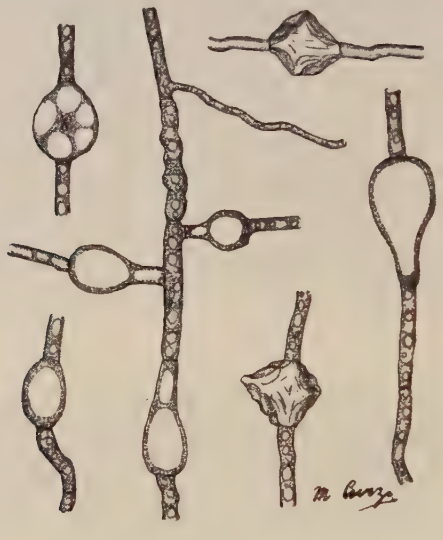


Fig. 3. — Oidalee intercalari, × 980 (C. l. Abbe-Apathy, Zeiss oc. 4, obb. E).

tive, tali cellule perdono facilmente la loro turgescenza, si afflosciano e muoiono presentandosi come vesciche sgonfiate con la parete tutta pieghettata (Figg. 3 e 4).

Queste cellule turgescenti chiamate « swollen celles »(1) da alcuni autori anglo-sassoni, che le hanno riscontrate in funghi diversi, ricordano spesso le forme di involuzione delle cellule bacteriche, rigonfiate e ingrossate per il processo dalla *plasmoptisi* [14] il quale è stato ripor-

(1) Sotto questa denominazione sono stati indicati però anche i cellarioli globosi.

tato anche nei funghi dal Petri [27]. Esse non hanno un termine proprio, adatto alla nomenclatura botanica internazionale, e perciò credo bene denominarle *oidalee* (dal greco οἰδαλέος = gonfio), cioè con una parola che ben si presta a indicare nei funghi tutti gli elementi cellulari eccessivamente rigonfi e che presentano la parete non ispessita e l'interno occupato generalmente da grandi vacuoli.

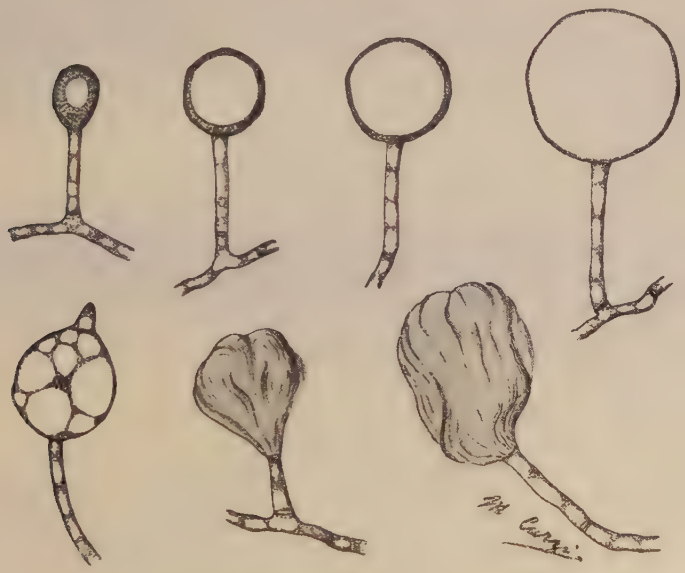


Fig. 4. — Oidalee terminali, × 980 (C. 1. Abbe-Apathy, Zeiss oc. 4, obb. E).

In questo ifomicete e in molti altri funghi, e particolarmente nel *Fusarium Moronei* Curzi, ho potuto constatare che le oidalee sono frequenti nelle colture su terreni liquidi e solidi molto ricchi o su quelli ordinari ai quali vengono aggiunte sostanze tossiche, cioè in substrati nei quali fra le cellule del fungo e l'ambiente non possono esserci condizioni favorevoli ad uno scambio osmotico normale.

*
* *

La ramificazione delle ife di questo fungo è talora simpodiale, ma il più delle volte è monopodiale e opposta: nel punto opposto a quello ove si sviluppa una ramificazione o un conidioforo, si ha spesso un altro conidioforo, o un'altra ramificazione oppure anche un leggero ingrossamento (Figg. 5 e 6).

Le ramificazioni dicotomiche si osservano spesso nelle ife miceliche dopo una cellula ingrossata a fiala oppure qualche volta su brevi rami fruttiferi portanti due sporofori (Fig. 6, *d*).

B. — Organi vegetativi di riproduzione.

Lo stadio conidico è l'unico mezzo di riproduzione conosciuto di questo fungo, e per questo, gli organi di riproduzione che dobbiamo considerare, sono i conidiofori e i conidi.

1. — Conidiofori.

I conidiofori sono brevi, generalmente perpendicolari all'ifa generatrice, più o meno sviluppati, ma che usualmente misurano 10-18 μ. di lunghezza. Tali organi non sono portati da ife speciali; qualunque ifa del fungo può produrli lateralmente, tanto nel micelio aereo quanto in quello sommerso. Sono rigonfiati nel mezzo e presentano verso la base un setto che li separa dall'ifa generatrice.

Una singolare proprietà di questo fungo è data dalla sporificazione delle ife sommerse con la produzione di sporofori e spore nell'interno del substrato, come avevo già osservato in natura nell'interno delle cariossidi di frumento. In queste condizioni i conidiofori sono un po' diversi di quelli che normalmente si sviluppano nel micelio aereo; non sono rigonfiati, hanno il medesimo diametro delle ife ed una lunghezza molto varia: o sono

brevissimi quasi come tante piccole sporgenze oppure sono invece abbastanza lunghi, con qualche setto intermedio e spesso colorati in olivaceo, specialmente nella

Fig. 5. — Fruttificazione tipica, × 980 (C. l. Abbe-Apathy, Zeiss oc. 4, obb. E).

parte superiore. Talora presentano anche un leggero spessimento fino al setto e la medesima colorazione del conidio (Fig. 6, *c*).

2. — Sporificazione e conidî.

Il conidioforo che origina il conidio si presenta dapprima come una breve ramificazione dell' ifa, di diametro uniforme; a questo brevissimo periodo iniziale, in cui il conidioforo non è affatto differenziato dall' ifa generatrice, segue un secondo periodo in cui, raggiunta la sua lunghezza, il conidioforo si ingrossa leggermente nel mezzo, aumentando il suo volume e il suo contenuto protoplasmatico finemente granuloso; questo è il periodo di maturazione e di preparazione del conidioforo alla formazione del conidio che io chiamerei *fase di presporificazione*. A questo segue un terzo periodo che si inizia con la comparsa all'apice del conidioforo di un leggero rigonfiamento che rappresenta lo stadio iniziale della formazione della spora (*fase di formazione*). Questo rigonfiamento apicale si ingrossa e si arrotonda a spese del protoplasma del conidioforo, il quale si vuota e viene separato dall'ifa generatrice a mezzo di un setto basale. Intanto il giovane conidio, raggiunto il suo massimo volume, appare sferico con la parete ialina, sottile, e il contenuto finemente granuloso; esso, terminato l'ingrossamento, ossia alla fine della fase di formazione, si separa dal conidioforo e inizia il periodo di maturazione, accompagnato evidentemente da una leggera concentrazione del protoplasma.

Tale periodo della sporificazione che costituisce la *fase di maturazione* delle spore, è caratterizzato da tre fenomeni; e cioè: dalla comparsa del colore, dall'ispessimento della parete e dalla formazione dell'esosporio.

Il primo sintomo percettibile di maturazione del conidio si ha con la comparsa di una leggerissima colorazione clorina, che poi tende a seconda dei substrati e degli stipiti del fungo, al verde-pistacchio, o al verde-porro, oppure anche al verde-rame per terminare poi, nei conidi completamente maturi, nel castaneo intenso, o nell'olivaceo o talora nel nero-azzurro.

Fig. 6. — Fruttificazioni atipiche e varie: *a* e *b*, ramificazioni miceliche e conidiofori opposti; *c*, ifa fruttifera sommersa nel substrato; *d*, ifa fruttifera con alcuni conidiofori semi composti; *e*, conidio con involucro eccessivamente rigonfiato; *f*, conidio maturo con l'involucro lacero, × 980 (C. l. Abbe-Apathy, Zeiss oc. 4, obb. E).

Il colore dei conidî è molto variabile e da esso dipende la colorazione delle colonie del fungo, che come vedremo in seguito, è molto diversa sul medesimo substrato nutritivo.

La parete, all'inizio sottilissima e ialina, si ispessisce un po', colorandosi più o meno intensamente; essa rimane però sempre liscia e uniforme.

Quello che più merita di essere rilevato nella struttura dei conidî è la formazione di un rivestimento esterno, costituito di una sostanza mucillaginosa, che forma attorno alla parete uno strato uniforme dapprima ialino e attaccaticcio, per cui le spore aderiscono facilmente le une alle altre, e poi bruno e grinzoso, assumendo un aspetto reticolato non per variazione dello spessore, il quale resta pressochè uniforme, ma per contrazione a causa del disseccamento e della diminuzione di volume. Soltanto in condizioni speciali, come nelle soluzioni nutritive di peptone e lattosio, tale involucro appare irregolarmente ispessito, con rilievi prominenti ialini i quali però hanno tutta l'apparenza di incrostazioni cristalline, di provenienza esterna, casualmente aderenti all' esosporio.

La struttura dell'involucro esterno dei conidî, che costituisce l'esosporio, appare più nitida ed evidente, trattando i conidî con una soluzione di acido solforico diluito o di potassa caustica. Quando non è tanto secco, in acqua e alcool, si distacca nettamente dalla parete (Fig. 6, *d, e*).

Talora si osservano due conidî, e qualche volta anche tre contenuti in un unico involucro per essersi sviluppati vicini e per aver confuso in un'unica grande goccia i loro rivestimenti mucillaginosi, i quali disseccandosi, formano attorno ai due o tre conidî un rivestimento unico, generalmente liscio e uniforme, da dare a prima vista l'illusione di spore endogene (Fig. 7).

L'involucro si scioglie in gran parte nell'acqua di Javelle preparata di fresco e si colora in rosa col rosso di

Rutenio come le sostanze pectiche, mentre non si colora con i reattivi iodici e non presenta le reazioni microchimiche delle sostanze proteiche. Esso è della medesima natura dell'involucro esterno delle spore di *Scleroderma ambiguum* Petri e di qualche altro gasteromicete [26] e delle incrostazioni riscontrate su le ife miceliche dello *Stereum purpureum* Pers. dal Münch [25] e del *Cycloconium oleaginum* Cast. dal Petri [27].

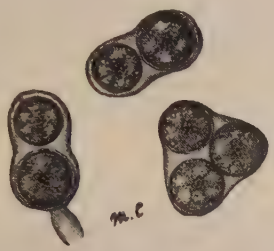


Fig. 7. — Conidî aggregati con involucro in comune, × 980 (C. l. Abbe-Apathy, Zeiss oc. 4, obb. E).

Come si forma questo esosporio non mi è stato possibile stabilire; ma più che alla trasudazione di sostanze attraverso alla parete a me sembra più probabile che esso si formi per trasformazione della parte esterna della parete mentre nell'interno avverrebbe la deposizione di nuovi strati. La costituzione dell'esosporio avvalora questa ipotesi in quanto che le sostanze pectiche derivano secondo alcuni dalla trasformazione delle emicellulose, e altre simili sostanze, le quali, stando alle ricerche di Meigen e Spreng, von Hesseland ed altri, sarebbero, oltre alla chitina, i principali costituenti delle pareti delle ife fungine.

Le spore poste in acqua o in soluzioni nutritive germinano facilmente quando la temperatura dell'ambiente non è inferiore ai 30° C. e non superiore ai 60° C. ed anche 70° C. a seconda degli stipiti e delle condizioni ambientali (Fig. 8).

Nelle temperature prossime al minimo la germinazione delle spore avviene generalmente con l'emissione di un solo tubo germinativo, ma in quelle superiori si hanno sovente due e più tubi germinativi e il micelio che ne deriva è sempre più ramificato di quello che si sviluppa nelle temperature inferiori.

C. — Posizione sistematica e sinonimia.

L'ifomicete qui descritto, per i caratteri degli organi vegetativi di riproduzione rientra senza dubbio nelle *Dematiaceae Phaeosporeae Monotosporeae*, ed è immancabilmente una specie del genere *Acremoniella* Sacc. come dal Rege è stato studiato [31] e da me descritto [6]. La morfologia specifica poi è così caratteristica e distinta da quella di tutte le altre specie di *Acremoniella* conosciute da non lasciare alcun dubbio sulla sua specificità distinta.

Il Rege [31], riportando il fungo con la semplice denominazione generica di *Acremoniella* sp., aggiunge che la specie: « resembles most closely *A. velutina* (Fuck.) except in the shape of the spores ». Tale rassomiglianza è basata però su una semplice corrispondenza dei dati micrometrici dei conidî, che non vuol significare nulla di fronte alle caratteristiche morfologiche e biologiche che distinguono le due specie. L'*A. velutina* venne descritta su corteccia di carpino rinvenuta all'aperto in un paese dell'Europa settentrionale, con « *Conidia ovoidea v. oborata, atra, pellucida* », e bastano soltanto questi caratteri diagnostici per differenziare nettamente la specie fucheliana dall'*A. Thermophila* la quale ha bisogno per svilupparsi di un certo grado di temperatura ed ha « *conidiis globosis, fuligineis v. castaneis, episporio crassiuscolo rugoso subreticulato* » [6].

Soltanto l'*A. Perinii* Poll. [29] si avvicina a questa specie dalla quale si differenzia però, oltre che per la

morfologia speciale delle fruttificazioni, anche per alcune caratteristiche biologiche. Il mio fungo al pari di altri microrganismi veramente termofili, non è patogeno sugli animali e vane sono riuscite sempre le inoculazioni su gli animali da laboratorio, l'*A. Perinii* invece è patogena, e come gli altri miceti parassiti degli animali, è semplicemente una specie termotollerante; essa si sviluppa bene a 25° C. come a 50° C. ed ha il massimo di sviluppo a 55° C.

Fig. 8. — Conidî di maturazione varia in germinazione in acqua leggermente zuccherata alla temperatura di 40° C., × 980 (C. l. Abbe-Apathy, Zeiss oc. 4, obb. E).

Come ho sopra accennato l'ifomicete era stato segnalato da altri autori sotto nomi generici errati e tali che anche il più esperto micologo l'avrebbe descritto come nuovo se il caso non l'avesse condotto a constatare la sinonimia di nomi specifici riguardanti la stessa specie in gruppi di ifomiceti tanto diversi. Esso è stato infatti

riferito dal Miehe [21] al *Termomyces lanuginosus* Tsil. e riportato da Griffon e Maublanc [13] al genere *Sepedonium*.

Non ho potuto stabilire l'identità del mio fungo con quello di Miehe e di Griffon e Maublanc in base all'esame del materiale che non sono riuscito ad avere nemmeno dal Maublanc al quale l' ho richiesto; ma ho potuto riscontrare una corrispondenza perfetta di caratteri oltre che attraverso alle descrizioni e illustrazioni di questi autori, anche per aver isolato ripetutamente il medesimo fungo da foglie, paglia e semi di cereali provenienti da mucchi riscaldati e posti in termostato a 40°-50° C., proprio come indica il Miehe nel suo lavoro originale [21].

Il *Thermomyces lanuginosus* Tsil. è una mucedinea del genere *Acremonium* con conidî lisci, sferici o globoso-ellissoidei di appena 2,7-3 μ. di dimensioni, e che io credo opportuno chiamare *Acremonium lanuginosus* (Tsil.) n. c., non potendo costituire lo sviluppo ad alta temperatura una caratteristica generica apprezzabile. Tale fungo inoltre ha un minimo di sviluppo a 38° C. e, pure per questo, non può essere considerato come un supposto stadio giovanile dell'ifomicete studiato dal Miehe il quale si sviluppa a 30° C. La differenza nei due termini di temperatura minima di sviluppo è assai sensibile e non può non distinguere due funghi diversi dato che il *minimum*, al contrario del *maximum* rimane pressochè costante ed è sempre quello tanto negli stipiti del fungo che non si sviluppano oltre i 55° o i 60° C., quanto negli altri che si sviluppano fino a 68°-70° C.

Griffon e Maublanc [13] mettono in dubbio il riferimento di Miehe e, considerando un *Thermomyces lanuginosus* Miehe, con un punto interrogativo, riportano il fungo sotto il nome di *Sepedonium lanuginosus* (Miehe) Gr. et M. Questi due autori hanno creduto di trovarsi di fronte a un vero *Sepedonium*, più che altro perchè tale genere comprende — come essi scrivono — « un certain nombre de formes saprophytes qu'on rencontre no-

tanment sur le fumier, sur les dejections d'animaux ». Basta dare uno sguardo a una coltura del fungo su substrati amilacei per convincersi subito della sua posizione sistematica fra le demaziacee e non fra le mucedinee. L'esame microscopico poi rivela subito il colore delle spore, non semplicemente « *pallide umbrine* » come gli autori francesi le riportano, ma fuliginee e castanee come la gran parte delle specie di *Acremoniella* oggi conosciute.

I conidî di questo fungo non sono mai colorati in giallo o aranciato e non presentano in nessuna condizione, la echinulatura propria del genere *Sepedonium*, il quale è descritto con « *Conidia muriculata, hyalina v. laete colorata* »; la parete del conidio come abbiamo visto è e rimane sempre liscia e uniforme, mentre la rugosità è dovuta soltanto al disseccamento e alla contrazione del rivestimento esterno che funziona da esosporio, nell'ultimo periodo di maturazione del conidio.

Ma oltre che per i conidî anche per il modo di fruttificare il fungo si distingue nettamente dai *Sepedonium;* in queste mucedinee le ife fruttifere sono ramose e variamente ramificate con più rami conidiali, mentre nell'*A. thermophila* l'ifa fruttifera è ridotta semplicemente allo sporoforo, portato non da ife speciali, ma da qualunque ifa del fungo, anche da quelle sommerse nel substrato nutritivo.

*
* *

Dopo la dettagliata discussione sulla posizione sistematica di questo ifomicete, non mi sembra che possano esserci delle obbiezioni per il suo riferimento generico. Ma deve esso conservare il nome di *Acremoniella thermophila* oppure no, per la priorità del *Thermomyces lanuginosus* o del *Sepedonium lanuginosus?*

Se il microbiologo tedesco avesse descritto un *Thermomyces lanuginosus* Miehe, evidentemente la giusta denominazione della specie dovrebbe oggi essere *Acremo-*

niella lanuginosa (Miehe) n. c., ma dato che il Miehe parla soltanto di *Thermomyces lanuginosus* Tsilinski, col quale il suo fungo non ha nulla a che vedere, tale priorità non può sussistere. Anche il nome di *Sepedonium lanuginosus* (Miehe) Gr. et M. non può a mio avviso vantare la sua priorità, non rappresentando esso un nome nuovo, indispensabile per ben identificare il fungo di Miehe, ma una semplice correzione tassonomica, non esatta, che è gravata anche dall'incertezza espressa da Griffon e Maublanc, i quali, pur considerando la specie di Tsilinski « une espèce insuffisamment décrite et douteuse » non sanno con precisione se debbono considerare nettamente distinti i due funghi di Tsilinski e di Miehe, e per questo, riportando il *Sepedonium lanuginosus* (Miehe) Gr. et M., indicano in sinonimia : « *Thermomyces lanuginosus* Miehe, an *Tsilinski?* ».

Per le ragioni qui espresse si deve conservare a questo ifomicete il nome di *Acremoniella thermophila*, il quale, oltre a indicare la più esatta posizione sistematica del fungo e le sue speciali proprietà biologiche, non può essere causa di confusione con l'*Acremonium lanuginosus* (Tsilinski) n. c.

La sinonimia della specie viene quindi ad essere la seguente :

Acremoniella thermophila Curzi (1929) ;
Thermomyces lanuginosus Miehe non Tsil. (1907) ;
Sepedonium lanuginosus (Miehe) Gr. et M. (1911) ;
Acremoniella sp. Rege (1927).

III. — Ricerche fisiologiche e biologiche.

A. — Sviluppo culturale e variazione dei caratteri.

Questo fungo forma colonie molto varie, dapprima bianche e poi grigie o olivacee, con abbondanza o con assenza completa di micelio aereo, almeno fino ad un certo periodo di sviluppo. Le prime sporificano subito e

assumono colori molto diversi per la quantità e la pigmentazione dei conidî, che come abbiamo visto è molto variabile; le seconde invece rimangono sterili per un tempo relativamente lungo e presentano un fitto feltro dapprima liscio e glabro e poi grinzoso, costituito da ife sviluppatesi parallelamente, e costipate le une alle altre, formanti spesso densi cordoni che talora si elevano dal substrato a guisa di sinnemi molto diversi e irregolari.

In queste ultime la sporificazione ritarda a presentarsi e spesso compare nel micelio sommerso, per cui la colonia pur restando sempre liscia e glabra, presenta qua e là macchie di un verde scuro che finiscono per estendersi a tutta o a buona parte della colonia; la sporificazione aerea è data sovente da pseudosinnemi conici, costituiti dall'estremità di cordoni striscianti, staccatisi dal feltro, oppure ancora dal micelio aereo che dopo alcuni giorni si sviluppa nelle colonie, costituendo il più delle volte zone concentriche rilevate, alternate a zone glabre o con pochissimo micelio aereo.

Fra questi due estremi, che si possono avere sul medesimo substrato e nella stessa piastra di coltura in modo che l'alimento e tutti i fattori ambientali siano perfettamente identici per le due colonie, c'è un'infinità di colonie diverse, che si possono ottenere da colture derivate da un' unica spora, con differenze marcate nella quantità e qualità del micelio aereo, nella sporificazione aerea o sommersa, nel colore, nell'accrescimento e in tutti gli altri caratteri culturali che fino a pochi anni addietro servivano a individuare le specie microbiche, ma che oggi, dopo gli studi recenti su la genetica dei funghi, non possono assolutamente avere alcun valore specifico.

Tali caratteri però se non valgono per la determinazione della specie non vuol dire che abbiano perduto tutta la loro importanza, spesso — come ho scritto in un altro lavoro — « quello che più importa al micologo

e al patologo non è il nome specifico in sè stesso ma la conoscenza del maggior numero possibile di caratteri peculiari » [5] e tale conoscenza non si può avere senza un minuzioso esame dello sviluppo nelle diverse condizioni ambientali, il quale ci porta a stabilire la purezza genetica del clone da cui una data colonia, è derivata e a separare i diversi stipiti che costituiscono la specie.

*
* *

Nei fenomeni di variazione di alcune specie fungine si constata spesso una variazione contemporanea e proporzionale di caratteri morfologici e fisiologici, in altri la variazione dei due ordini di caratteri è sproporzionata e si possono avere delle differenze morfologiche molto marcate senza una corrispondente variazione dei caratteri fisiologici, come è stato osservato nei *Fusarium* da me [7] e da altri autori, oppure il caso inverso, che è il più frequente, in cui l'attività fisiologica della specie si sposta, mentre la morfologia continua a presentarsi identica o poco variata (1).

In questo ultimo caso rientra certamente l'*Acremoniella thermophila*, nella quale il principale carattere morfologico dato dalla struttura e dalle dimensioni dei conidî rimane quasi costante nelle più varie condizioni ambientali, mentre i caratteri culturali e fisiologici variano sensibilmente.

Lasciando da parte tutte le fluttuazioni che si osservano nelle colture per le variate condizioni ambientali, ossia tutte le variazioni indotte dall'alimento e da altri

(1) Su questi rapporti dovrebbe meglio basarsi la tassonomia micologica moderna la quale non può essere identica ed uniforme per tutte le classi, gli ordini, le famiglie e i generi. In certi aggruppamenti micologici il valore dei caratteri morfologici è molto relativo e non possono questi disgiungersi da quelli fisiologici, in altri aggruppamenti invece tali caratteri sono più costanti e possono anche senza l'ausilio dei caratteri fisiologici servire a differenziare le specie.

fattori che possano condizionare e dirigere l'attività del micelio del fungo allo sviluppo di certi caratteri, i quali ritornano alle primitive condizioni non appena lo stimolo esterno cessa, vediamo di esaminare le variazioni che il fungo presenta nelle identiche e costanti condizioni; variazioni dipendenti non da fattori esterni, ma da fattori interni, riguardanti la costituzione genetica dell'organismo e le incontrollabili azioni che in esso si verificano, per cui la cellula fungina è spinta ad uscire dai limiti dell'organizzazione tipica, e a manifestare variazioni leggere o variazioni brusche e marcate delle quali talune reversibili e altre non reversibili.

Queste variazioni, non condizionate da qualsiasi fattore esterno, che si manifestano nelle colonie del fungo non come variazioni graduali e continue, ma improvvise, rientrano in quel gruppo di variazioni che da molti autori vengono denominate *discontinue* [2] [28], sebbene si manifestino assai diversamente: alcune riguardano semplici fluttuazioni morfologiche, altre invece caratterizzano spesso la segregazione dallo stipite originario di piccole specie o di razze biologiche nuove.

Tali variazioni sono state studiate specialmente su un agar sintentico molto semplice (terreno C) composto di:

acqua distillata	gr.	1000
fosfato bipotassico	»	1
solfato di magnesio	»	1
asparagina	»	1,5
glucosio	»	30 (1).

(1) La concentrazione dei principi nutritivi di questo substrato è stata stabilita in base alle ricerche sullo sviluppo e la variazione del *Fusarium Moronei* Curzi che ho già riassunto in una nota preliminare (7) e che tratterò in esteso in una memoria che prossimamente verrà data alle stampe. Le proporzioni di asparagina e di glucosio corrispondono al migliore accrescimento delle colonie di questo *Fusarium*. Il solfato di magnesio trovasi in quantità un po' troppo

Esse sono di tre tipi diversi che io esaminerò sotto i nomi di: 1) variazioni fluttuanti; 2) variazioni a salti alternanti; 3) variazioni a salti non o parzialmente reversibili.

1. — Variazioni fluttuanti.

Sotto questa doppia denominazione intendo comprendere tutte le lievi variazioni che compaiono nelle colture cloniali del fungo a macchie irregolari, indipendentemente dalle condizioni ambientali. Esse non sarebbero quindi delle vere *modificazioni*, le quali secondo il concetto del Baur sono strettamente relative ai fattori esterni, ma delle fluttuazioni indotte da fattori interni che si manifestano irregolarmente nelle colture del fungo, e specialmente nelle colonie di alcuni stipiti, con macchie varie che risaltano per lo sviluppo e per l'aspetto, nel micelio aereo o nel feltro delle colonie.

Le macchie di variazioni fluttuanti non debbono però confondersi con altre macchie apparentemente simili che compaiono ad aree isolate nel mezzo delle colonie; in questo caso la macchia è più netta perchè deriva da una differenziazione miceliare nella parte vecchia della coltura, e ha lo stesso valore del settore che si forma quando tale differenziazione avviene nella parte periferica della colonia. In questo caso dal trapianto delle spore e del micelio si può avere uno stipite differente da quello originario, dalle macchie di variazioni fluttuanti, invece nel trapianto i caratteri non permangono nelle nuove colonie e per questo non può trattarsi che di semplici oscillazioni le quali non coinvolgono affatto l'intima costituzione genetica del plasma.

Una caratteristica variazione fluttuante è presentata da uno stipite a colonie glabre con micelio aereo rado e

elevata in confronto del fosfato bipotassico, per aumentare nel substrato le sue speciali proprietà cromogene, tanto utili nella differenziazione degli stipiti.

scarsissimo. Tali colonie mostrano talora macchie olivacee oscure per un'abbondante fruttificazione nel micelio sommerso, le quali sono molto varie e mai si presentano a settori; spesso in queste macchie il micelio aereo è assente e sembra proprio che la sporificazione si sia manifestata per la mancata produzione delle ife aeree da parte delle ife striscianti del velo superficiale (Tav. III, fig. 3).

2. — Variazioni a salti alternanti.

Dal trapianto di una colonia monoconidica su oltre due dozzine di piastre preparate col medesimo terreno ho osservato, che alcune colonie si sviluppavano con una parte senza micelio aereo e formavano un denso velo bianco perlaceo mentre il resto della colonia rassomigliava alla coltura originaria. Questa variazione si estendeva a metà della colonia oppure a una parte soltanto, circoscritta per lo più a un settore, il quale, per quanto non ben delimitato, aveva spesso tutta l'apparenza di una variazione settoriale non reversibile.

Trapiantando su piastre preparate col solito terreno C tanto la parte lanuginosa della colonia (A) quanto quella glabra (B), si avevano sovente due colonie perfettamente distinte, come la colonia originale e la zona variante, ma invertite: da A si aveva B e da B si aveva A. Questa inversione si è poi ripetuta regolarmente in ogni trapianto fino a quando non ho smesso dopo diciotto passaggi.

I trapianti venivano fatti sempre nel medesimo substrato e dopo sei giorni di sviluppo delle colonie a 36°-38° C., prendendo sempre tanto per A quanto per B, le estremità delle ife periferiche delle colonie, in modo che le condizioni fossero identiche, dato che nella colonia B la sporificazione avveniva molto tardi e in gran parte nelle ife sommerse.

La reversione che avviene in ogni generazione è integrale e il fenomeno ci offre un esempio di una vera variazione a salti, regolare, alternante.

L'età del micelio come la composizione del substrato non influiscono sulla regolare manifestazione della variazione: tanto il micelio periferico quanto quello centrale nelle due colonie, hanno ripetuto integralmente il fenomeno e così pure, quando i trapianti venivano fatti su altri substrati nutritivi, come agar carote glucosato, agar patata glucosato e infuso di frumento agarizzato e glucosato.

Non sempre però il fenomeno si manifesta come sopra l' ho descritto (1° caso), spesso nel trapianto dei due stipiti si va incontro a nuove variazioni che si presentano a settori i quali possono rappresentare l'inizio di altre serie di variazioni identiche reversibili in ogni generazione (2° caso), o di serie non reversibili e uniformi (3° caso).

Nella figura 9 riporto lo schema di questa variazione in cui il colore nero rappresenta lo stipite originale (A) e quello bianco lo stipite variante (B). Nel secondo caso da B si ha un settore identico ad A il quale trapiantato sviluppa una colonia simile a B, e da A si ha un settore identico a B il quale trapiantato sviluppa una colonia simile ad A; la reversione si ripete poi regolarmente nelle due nuove serie come nelle due serie originali del primo caso. Nel terzo caso invece da B si ha un settore *a* apparentemente identico ad A, ma che si mantiene sempre lo stesso nei successivi trapianti, e da A si ha un settore *b* apparentemente identico a B, ma che si mantiene pure uniforme nei successivi trapianti.

Questo tipo di variazione non mi risulta che sia stato descritto da altri autori. Horne e Das Gupta [16] nelle colture di *Diaporthe perniciosa* descrivono sotto il nome di « ever salting » una variazione a salti periodici che potrebbe avere qualche affinità con quella da me riscontrata nell'*Aeremoniella thermophila*; ma, come ho già detto, nel fenomeno da me osservato non ha alcuna influenza l'età del micelio, dalla quale invece dipendono in gran parte le variazioni della *Diaporthe perniciosa*.

Alle variazioni a salti alternanti dell'*Acremoniella thermophila* si possono dare due spiegazioni diverse a seconda che la coltura monosporogenita originaria si voglia considerare come costituita da un unico stipite o da due stipiti mescolati insieme, tendenti sempre a separarsi.

Nella prima spiegazione, le due colonie A e B dovrebbero rappresentare due fasi opposte dello stipite puro, le quali comparirebbero alternativamente nei successivi trapianti, per una inversione della facoltà di estrinsecazione, per cui la fase nascosta verrebbe a trasformarsi in quella manifesta e viceversa, di generazione in generazione; i settori dovrebbero rappresentare o delle inversioni incomplete (2° caso) o delle mutazioni vegetative con la perdita della fase opposta (3° caso). In questa concezione che richiama alla mente una lontana idea del Morgan in riguardo al fattore dominante e a quello recessivo, i quali non sarebbero che due stadî differenti di un unico fattore, non sembra che il fenomeno possa trovare però la sua vera probabile interpretazione. Molto migliore a me sembra la seconda spiegazione della variazione, nella quale bisogna ammettere che la spora che ha dato luogo alla coltura cloniale non sia geneticamente pura e che dal micelio derivato si siano segregati i due stipiti A e B, i quali sarebbero presenti insieme in tutte le colonie successive con la dominanza o la recessività alternativa dell'uno o dell'altro. Nella seconda generazione si verrebbe ad avere la separazione dei due stipiti, ma questa separazione non sarebbe che apparente, perchè A conterrebbe allo stato latente anche B e B conterrebbe allo stato latente anche A, per cui nelle successive generazioni si avrebbe il regolare esaltamento di A e di B di generazione in generazione (Fig. 9). I settori che verrebbero a comparire in alcune colonie o sono dei tentativi di segregazione (2° caso) o sono delle segregazioni pure (3° caso).

Nel secondo caso i settori non sono netti e spesso non

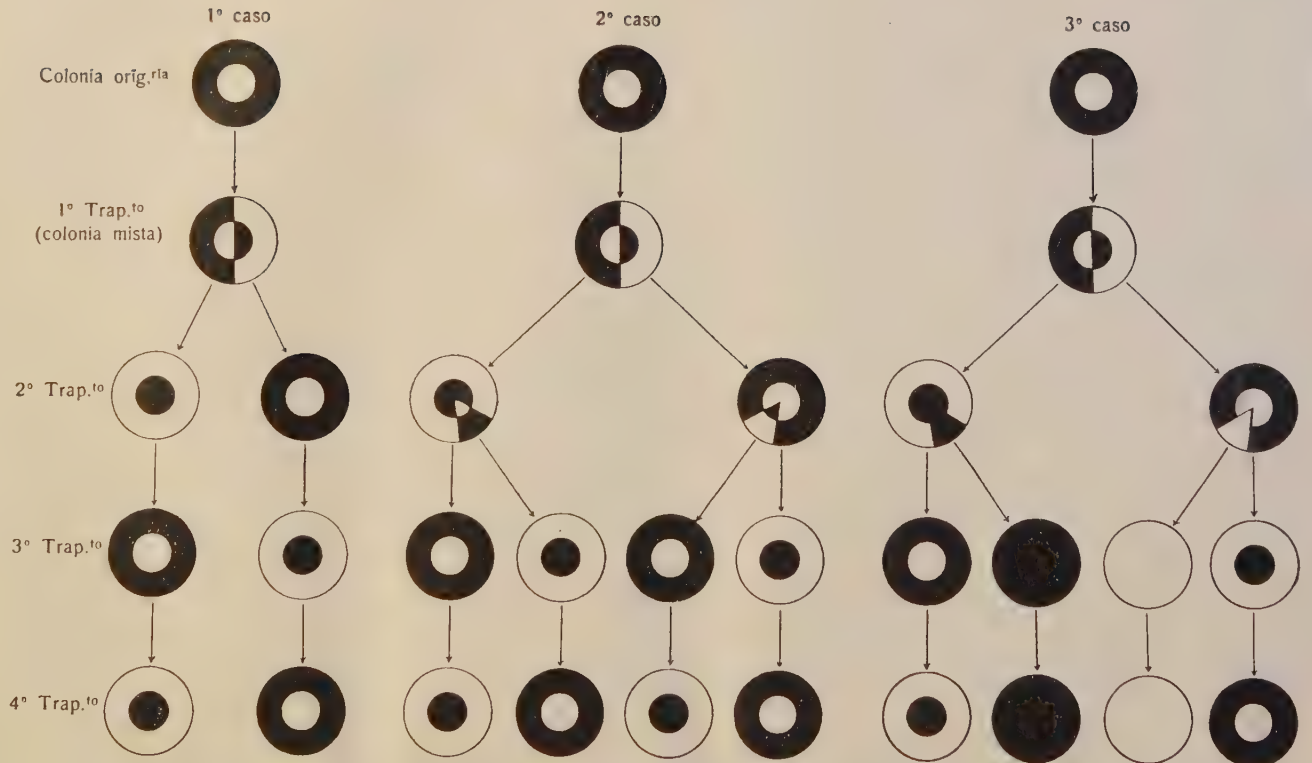


Fig. 9. — Schema delle variazioni a salti alternanti in cui il nero indica la colonia originaria (A) e il bianco la variazione (B). I cerchi interni stanno a indicare la recessività della fase o dello stipite opposto a seconda le due interpretazioni del fenomeno date nel testo.

hanno limiti geometrici regolari; nell'ultimo caso invece i settori compaiono nettamente e regolarmente delimitati; da essi si hanno due linee pure (*a* e *b*) delle due colonie che si conserverebbero indefinitamente tali nelle successive generazioni e che soltanto per nuove variazioni settoriali potrebbero dare luogo ad altre forme.

3. — Variazioni a salti non o parzialmente reversibili.

Fin dalle prime prove colturali sono stato colpito dalla grande comparsa dei settori nelle colonie di questo ifomicete. Basta osservare infatti la fotografia 1 della tavola III per farsi un'idea della frequenza delle variazioni settoriali nelle sue colonie. Tale fotografia riguarda una coltura del fungo ottenuta da un trapianto di una colonia purissima derivata, dopo diversi passaggi, da una coltura di un conidio prelevato direttamente dall'embrione di una cariosside alterata di frumento.

In questa coltura, ottenuta su agar infuso di cariossidi di grano glucosato al 2%, si possono distinguere almeno cinque settori ben distinti l'uno dall'altro per abbondanza o scarsezza del micelio aereo, per la colorazione che va dal bianco candido all'avellaneo e dal grigio al fumoso o al verde scuro, per la zonazione, per la quantità e la grossezza delle goccie di liquido (perle) che si condensano al disopra del micelio aereo, per la frequenza e l'epoca della sporificazione e per altri caratteri minori.

Di ciascun settore vennero fatte diverse colture monospore in piastre preparate con lo stesso substrato nutritivo, le quali, se in gran parte corrispondevano ai settori da cui derivavano, non mancavano alcune che presentavano caratteri differenti e talora nuovi. Non tutti i conidî sono quindi geneticamente uguali e il micelio sviluppato da due conidî apparentemente identici può presentare un dimorfismo manifesto e dar luogo a due colonie del tutto differenti.

Per non complicare le ricerche ho lasciato da parte le variazioni conidiali ed ho scelto per ciascun settore una colonia uniforme che più d'ogni altra corrispondesse ai caratteri presentati dal settore stesso. In questo modo ho separato cinque stipiti del fungo che indico con le lettere α, β, γ, δ, ε e che descrivo sommariamente, riportando i caratteri presentati dagli stipiti su agar sintetico C dopo sei giorni di sviluppo alla temperatura ambiente di 38° C.

α. - È lo stipite che presenta il micelio aereo più abbondante e più alto e nell'insieme più vigoroso anche di quello del settore originale; tale micelio è lasso, lanoso, di colore avellaneo, eccetto nel centro della colonia ove tende al fumoso e nella parte periferica ove forma una zona bianco-candida.

Questo stipite è molto instabile ed in esso ho solo osservato il fenomeno delle variazioni a salti alternanti che ho sopra descritto. Raramente le colonie si presentano senza settori i quali per lo più si manifestano con assenza completa o con poco e rado micelio aereo, specialmente verso la periferia (Tav. III, fig. 2 e 3).

β. - È molto simile al precedente; come questo ha il micelio aereo abbondante ma meno alto e più denso. Le colture si presentano con una zona bianca esterna e poi subito con una piccola zona bianco sporca che sfuma presto e si confonde con il resto della colonia tendente al corallino scuro con un gran numero di gocce di liquido, le quali sono più dense e più grandi nel mezzo e sempre più piccole e rade verso la periferia (Tav. IV, fig. 4).

È uno stipite piuttosto stabile, ma con i caratteri culturali leggermente oscillanti di trapianto in trapianto.

γ. - Differisce da *β* per il micelio aereo meno alto e più denso e che rimane più a lungo sterile. Le colonie sono bianche ed hanno la parte centrale tinta leggermente di avellaneo con sfumature grigiastre e numerose gocce di liquido (Tav. V, fig. 2).

δ. - Questo stipite è molto diverso dai precedenti;

esso è caratteristico per la scarsità del micelio aereo, per la zonazione e per il colore il quale non è mai avellaneo. Le colonie si presentano nel centro plumbee e assumono verso la periferia una tinta fumosa fino al grigio chiaro e al bianco; tali colonie sono imperlate di minutissime gocce di liquido e presentano zone appena accennate (Tav. V, fig. 1).

ε. - Simile a δ ma è più ricco di micelio aereo e ha la zonazione più marcata. Le colonie sono nel mezzo atromurine, poi fumose e infine sono limitate da una zona bianco-candida (Tav. V, fig. 3).

a) — *Rapporti e variazioni negli stipiti cloniali.*

Questi cinque stipiti derivati da una coltura monosporogenita, in base alla colorazione delle colonie si possono raggruppare in due gruppi distinti: nel primo rientrano i primi tre, α, β e γ, i quali presentano un fondo comune avellaneo-umbrino; nel secondo gli altri due, δ e ε, con una colorazione grigio-ardesiaca.

I primi tre rappresentano una scala decrescente da α a γ non solo per il colore ma anche per il micelio aereo e per la sporificazione i quali gradatamente diminuiscono, tanto che gli ultimi β e γ sembrano delle colonie di α che abbiano perduto sensibilmente di vigore nella manifestazione di ogni carattere; questa relazione è provata anche da alcune variazioni di α rassomiglianti a β e a γ, e di β rassomiglianti a γ.

Gli altri due stipiti, δ e ε, sono sufficientemente distinti fra loro e non possono avere alcun rapporto affine all'infuori del colore e dell'origine comune da un'unica colonia.

Di tutti questi stipiti cloniali, gli intermedi, i quali hanno minore quantità di micelio aereo, sono i più stabili, mentre gli estremi, α e ε, i quali sono i più ricchi di micelio aereo, sono i meno stabili. Le colonie di questi

ultimi possono presentare quasi sempre dei settori con micelio aereo minore come gli stipiti cloniali intermedi.

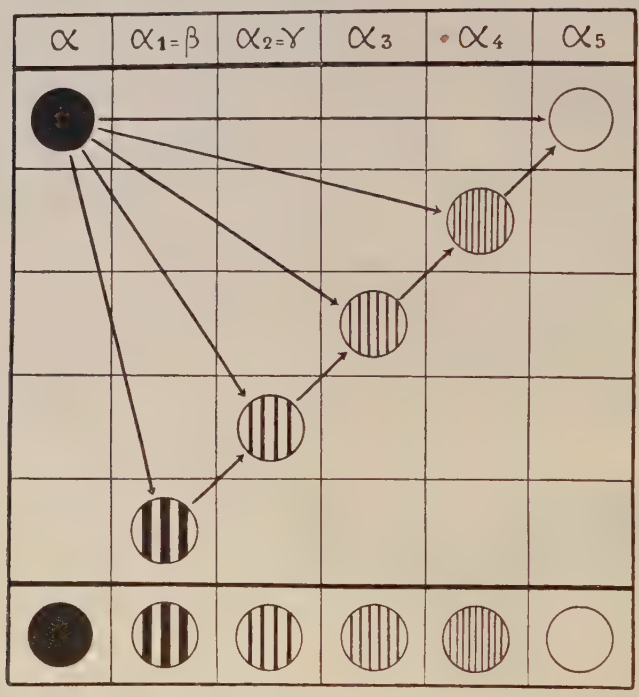


Fig. 10. — Schema di variazione dello stipite α con graduale diminuzione dei caratteri.

Dallo stipite α si possono separare numerose colonie che formano una scala decrescente dei caratteri principali presentati dalla colonia originale (1); cinque di queste colonie costituiscono gli stipiti α_1, α_2, α_3, α_4 e α_5 che formano con la coltura originale una serie continua nella quale i caratteri presentati dallo stipite α vanno man mano diminuendo, cosicchè tanto il micelio aereo, quanto

(1) Tutti i caratteri culturali riguardano sempre le colonie dopo 6 giorni di sviluppo a 38° C. su terreno *C*, adoperato nella differenziazione degli stipiti cloniali.

la colorazione e la sporificazione, massime in α, sono ridottissime in α_5 o anche assenti durante l'accrescimento progressivo delle colonie (Fig. 10); soltanto in seguito, quando l'accrescimento delle colonie diminuisce per effetto dell'autointossicazione del substrato, nell'α_8 si sviluppa il micelio aereo e si ha la sporificazione, per lo più abbondantemente sommersa.

Non è possibile poter tenere distinti tutti questi stipiti, specialmente l'α_2 dall'α_3 e questo dall'α_4, ma la differenza fra il primo e l'ultimo è così marcata che chiunque a prima vista considererebbe le colonie che essi formano sul medesimo substrato, come appartenenti a specie di funghi differentissime; alle colonie ricchissime di micelio aereo e di spore dell'uno, si contrappongono infatti le colonie dell'altro, consistenti dapprima in un velo tenacissimo liscio o ondulato, a raggiera o a embrice, senza il micelio aereo, il quale si sviluppa in seguito a zone concentriche che si iniziano dal centro delle colonie oppure anche dalla periferia, costituendo spesso candidi cordoni (Tav. IV, fig. 2).

Dall'α_5 per variazione settoriale si può separare un altro stipite, l'$\alpha_{5\alpha}$, non zonato, liscio e con poco e rado micelio aereo che viene su a ciuffi umidi e increspati; esso forma colonie molto instabili che presentano spesso dei settori di ritorno completo allo stipite α_5, come mostra la figura 3 della tavola IV, la quale riguarda una colonia dello stipite $\alpha_{5\alpha}$ con diversi settori regolari di α_5 disposti in modo da dare alla colonia un aspetto stellato.

Dallo stipite ε si separa facilmente uno stipite ε_1, affine al precedente per sviluppo e vigore, ma diverso per il colore più scuro, formando colonie nel centro brune e zonate di fuligineo con leggeri riflessi vinosi, e verso la periferia grigiastre o leggermente glauche prima d'una zona bianca cotonosa esterna. Questo stipite è molto instabile; esso può dare luogo ad altri due stipiti in successione, l'$\varepsilon_{1\alpha}$ e l'$\varepsilon_{1\alpha 1}$. Le colonie del primo sono marcatamente zonate con ampie zone poco rilevate, hanno

il micelio aereo non abbondante e non tanto elevato, ma piuttosto denso e finemente imperlato di minutissime goccioline di liquido; nella parte centrale tali colonie sono fumose, poi verso l'esterno atro-fuliginee e infine sono delimitate da una zona un po' più chiara. Le colonie del secondo stipite sono molto simili a quelle del precedente, ma più chiare e più densamente zonate.

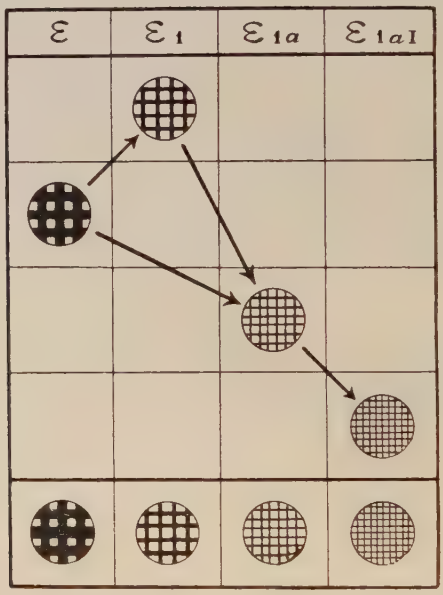


Fig. 11. — Schema di variazione dello stipite ε.

Nelle discendenze dello stipite ε non si ha una successione con progressiva e regolare perdita di caratteri come nelle discendenze dello stipite α, giacchè lo stipite ε_1 non può rappresentare una variazione regressiva di ε; ma abbiamo però una diminuzione progressiva di caratteri dall'ε_1 all'ε_{1a} e da questo all'ε_{1aI}; nel contempo dato che il penultimo si può ottenere anche direttamente dall'ε possiamo immaginare nella discendenza dello stipite due serie regressive convergenti nell'ultimo della serie ε_{1aI} come dallo schema della figura 11.

b) — *Reversioni e discussione.*

Di tutti gli stipiti derivati da α e da ε, soltanto cinque e precisamente α_5, $\alpha_{5\alpha}$, ε_1, $\varepsilon_{1\alpha}$ e $\varepsilon_{1\alpha 1}$ si possono distinguere senza difficoltà dagli stipiti cloniali e così possiamo considerare in tutto dieci stipiti diversi derivati da un conidio dopo vari trapianti della coltura monosporogenita.

Tutti questi dieci stipiti sono stati coltivati contemporaneamente su piastre preparate col medesimo substrato C e poste nelle identiche condizioni ambientali. Dopo una diecina di giorni le colture venivano trapiantate su nuove piastre preparate di fresco e l'esperimento fu ripetuto una dozzina di volte per un periodo di tempo non inferiore a quattro mesi, allo scopo di osservare e seguire le eventuali reversioni.

La gran parte delle colonie di questi stipiti del fungo hanno offerto dei settori di variazione i quali rappresentano nuovi tipi d'accrescimento o la riproduzione parziale o totale di alcuni dei dieci stipiti considerati. Eccetto le leggiere fluttuazioni dei caratteri culturali, le variazioni avvenivano sempre per settori e così da uno stipite inferiore si poteva avere un settore di ritorno a uno stipite superiore (7). Le vere reversioni però che ho potuto osservare durante queste prove culturali, riguardano soltanto gli stipiti inferiori delle due serie di variazioni di α e di ε, e cioè l'$\alpha_{5\alpha}$ che ha sempre dato dei settori di ritorno integrale in α_5 e l'$\varepsilon_{1\alpha 1}$ che ha presentato qualche settore di ritorno in $\varepsilon_{1\alpha}$; oltre questi due stipiti, infimi nelle scale genealogiche di α e di ε, non ho mai osservato, durante tutto l'esperimento fatto, delle reversioni, ma semplicemente dei ritorni incompleti e così non mi è mai capitato di avere dei settori dall'$\alpha_{5\alpha}$ e dall'$\alpha_{5\alpha 1}$ in α o in β e γ, e mai dall'$\varepsilon_{1\alpha 1}$ e dall'$\varepsilon_{1\alpha}$ dei settori di ritorno integrale in ε_1 o in ε.

Ad eccezione dei due casi sopra indicati, quando uno stipite inferiore di una serie di variazioni manifesta

qualche settore di ritorno in uno stipite superiore, dal confronto della coltura di quest'ultimo con quella ottenuta dal settore, si osservano sempre delle diversità che

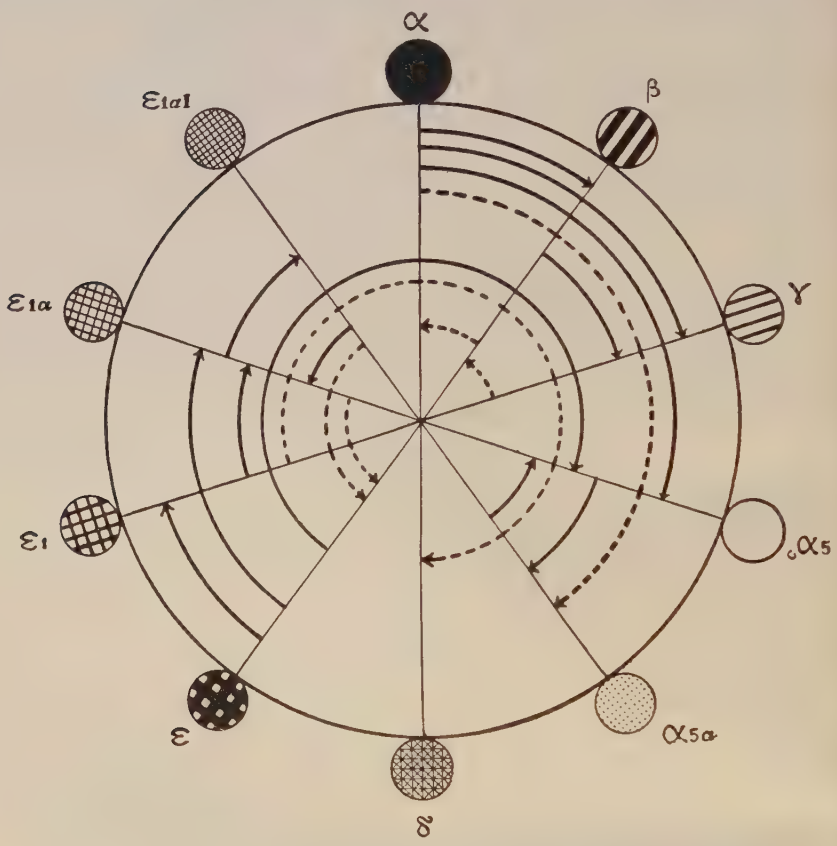


Fig. 12. — Grafico delle derivazioni e delle reversioni osservate. Le frecce nel senso delle lancette dell'orologio indicano le derivazioni, quelle nel senso contrario le reversioni. Le linee intere le derivazioni e le reversioni complete, quelle punteggiate le derivazioni e le reversioni incomplete.

persistono nelle successive generazioni. In questo ifomicete si hanno cioè gli stessi ritorni approssimativi osservati da F. Chodat [3] nel *Phoma alternariaccarum* Br. et Searle, nel quale le forme ottenute si avvicina-

vano ma non si identificavano con gli stipiti già conosciuti.

Questi ritorni incompleti contrastano con le concezioni di alcuni autori [2] i quali tendono ad ammettere che le formazioni settoriali nelle colture fungine siano dovute a combinazioni e dissociazioni di stipiti diversi appartenenti a una data entità specifica.

Non voglio del tutto escludere tali fenomeni, ma in tal caso è chiaro che la reversione di uno stipite in un altro debba essere completa; invece in questa e in altre specie fungine si notano delle diversità fondamentali che lasciano intravvedere una forza insita nel protoplasma stesso il quale spinge la cellula micelica a variare in un senso o nell'altro indipendentemente da qualsiasi impurezza genetica come se ci trovassimo di fronte ad autentiche *mutazioni*, siano pure vegetative. È vero che non possiamo usare questo termine con una certa sicurezza per indicare tali variazioni che il più delle volte potrebbero riguardarsi come segregazioni di uno stipite geneticamente impuro per un'ibridazione o per la plasmogamia di miceli di stipiti diversi; ed è vero anche che in molti casi dove è stato usato il termine « mutazione » si è poi constatato trattarsi di effetti di vere *combinazioni*, ma quando in una specie, come nella *Acremoniella thermophila*, riscontriamo nelle colture monosporogenite delle variazioni così nette e marcate, e separiamo nelle medesime controllate condizioni ambientali numerosissimi stipiti con ritorni agli stipiti originali raramente integrali, non si può non pensare che queste variazioni settoriali non siano dovute a vere modificazioni del plasma vegetativo e non a normali segregazioni.

Pur ammettendo l'impurezza nella sconosciuta costituzione genetica della spora che ha sviluppato la colonia originaria, i fatti osservati nel complesso fenomeno di variazione di questo ifomicete, tendono a far rilevare più che altro la tendenza del plasma alla variazione brusca.

È se una simile impurezza dovesse realmente esistere, essa probabilmente potrebbe rappresentare nella cellula vegetativa del fungo un potente stimolo per tale variazione.

B. — Influenza della temperatura su lo sviluppo culturale e su la selezione degli stipiti.

Per lo sviluppo alle varie temperature mi son servito di uno stipite del fungo appena isolato, rassomigliante molto a *β*, che sopra ho descritto, il quale fra l'altro mi offriva una certa garanzia di stabilità in confronto degli altri stipiti.

Le prove vennero iniziate a 24° C. e ripetute a temperature sempre crescenti di tre gradi in tre gradi fino a 60° C. Esse non vennero fatte contemporaneamente per mancanza di tanti ambienti riscaldati a temperature varie, ma l'una di seguito all'altra, servendomi però, nel trapianto alle diverse temperature, sempre di un'unica coltura originaria mantenuta costantemente a 35° C., e ciò per togliere di mezzo ogni possibile adattamento che potesse verificarsi nel fungo man mano che dalle temperature inferiori di sviluppo si saliva a quelle superiori.

Gli esperimenti furono eseguiti abbinati su due termostati differenti a riscaldamento elettrico e su due terreni distinti, e cioè su infuso di grano agarizzato (*a*) e su terreno C (*b*). Nelle due prove il fungo inizia a svilupparsi a 27° C. molto lentamente, senza un accrescimento manifesto; nel punto d' inoculazione si sviluppano delle ife le quali non si accrescono ulteriormente fintanto che la temperatura non venga elevata a 30° C. A questo grado di calore l' accrescimento incomincia a manifestarsi evidente, e dopo sei giorni dal trapianto il diametro medio delle colonie è di circa 3 millimetri in *a* e 6 millimetri in *b*; nei gradi superiori di temperatura l'accrescimento aumenta rapidamente e progressivamente fino a 42° C. in *a* e a 45° C. in *b*, per poi decrescere fino

a 54° C., che segna il limite massimo di accrescimento dello stipite del fungo (Fig. 13).

I dati ottenuti, i quali riguardano le colture dopo sei giorni di sviluppo, sono riportati nel seguente quadro:

Temperature	Diametro medio delle colonie	
	su agar infuso di grano (*a*)	su agar sintetico *C* (*b*)
27° *C*	—	—
30° »	mm. 3	mm. 6
33° »	» 30	» 34
36° »	» 35	» 40
39° »	» 66	» 78
41° »	» 87	» 94
45° »	» 71	» 100
48° »	» 45	» 80
51° »	» 5	» 20
54° »	—	» 6

Dall'esame di questi dati, si nota già una leggera diversità nelle curve termiche delle due prove, malgrado che la coltura del fungo usata in ogni singolo trapianto fosse sempre quella. Nell'agar infuso di cariossidi di grano il migliore sviluppo si ha a 42° C., mentre nel terreno C, più ricco di sostanze zuccherine, l'ottimo si spinge fino a 45° C. e quindi anche la composizione del substrato nutritivo influisce nello spostamento dell'ottimo di temperatura.

Tanto l'ottimo quanto il massimo di temperatura possono variare però entro limiti estesi, per altre ragioni che non sono in relazione con la composizione del substrato.

Confrontando i dati da me ottenuti con quelli riportati dai vari autori che si sono occupati del fungo, indipen-

dentemente l'uno dall'altro, senza cioè la conoscenza delle ricerche già fatte, troviamo che mentre il minimo è sempre vicino a 30° C. il massimo è a 60° C. secondo il Miehe [21] e secondo Griffon e Maublanc [13], e a 62°-63° C. secondo Rege [31].

Questa diversità nel limite massimo di temperatura mi fece a tutta prima pensare che i diversi autori si fossero trovati di fronte a specie diverse; ma dopo l'esame della coltura del Rege e dopo l'isolamento del fungo dal materiale vegetale soprariscaldato con i metodi indicati dal Miehe [21], non poteva più esserci un simile dubbio e mi convinsi che la diversità dei dati non potevano essere dovuti ad altro che a una certa plasticità di comportamento del fungo nelle diverse condizioni termiche.

Alcune prove di saggio appositamente istituite mi convinsero subito che i punti termici di sviluppo non erano affatto costanti. I dati da me ottenuti riguardavano un determinato stipite del fungo, isolato dal materiale trovato in natura e mantenuto costantemente a 35° C. Le prove fatte con ogni cura e ripetute per eliminare ogni possibile causa di errore, non potevano dare risultati più precisi. Ma partendo da colture del fungo mantenute per diverso tempo a 50° C. ho potuto osservare lo sviluppo anche a 58° C., poi a 60° C. e più.

Queste prove di saggio mi spinsero a fare ricerche sull'adattamento del fungo a temperature sempre crescenti.

Il solito ceppo della coltura a 35° C. venne trapiantato su alcuni tubi preparati con terreni differenti e cioè: terreno C, infuso di grano agarizzato e agar fagioli agarizzato e glucosato al 2%. Tali tubi vennero posti su un termostato « Weber », che il Prof. Petri mi acquistò appositamente, regolato a 30° C.; dopo alcuni giorni il fungo veniva trapiantato su nuovi tubi, mentre la temperatura del termostato era stata elevata a 32° C. L'operazione ripetuta ogni quattro o sei giorni a temperatura sempre crescente di due gradi in due gradi, mi ha portato a osservare che il fungo non solo si sviluppava benissimo

a 60° C., ma poteva di molto superare questo limite e quello notato dal Rege (62°-63° C.), e svilupparsi indifferentemente a 68° C. e fino al punto mortale corrispondente a 70° C.

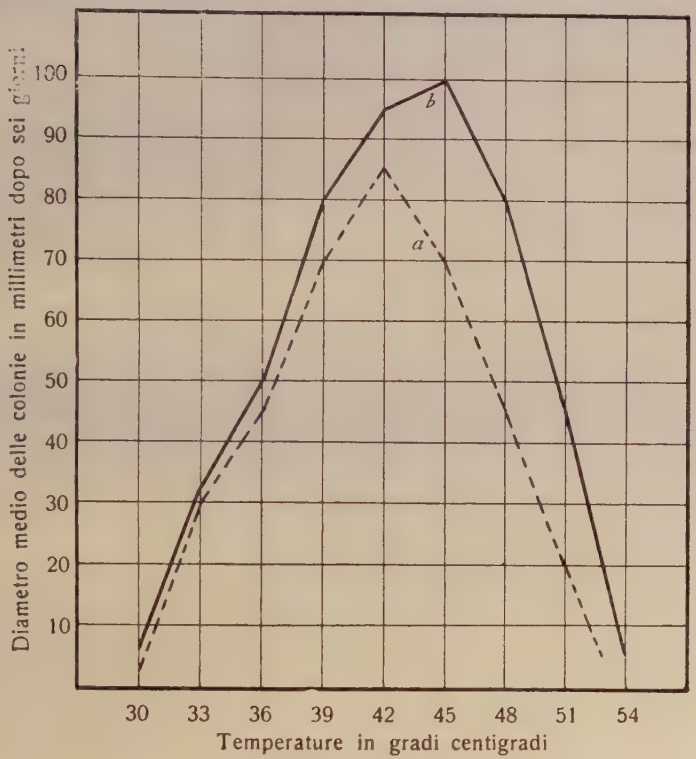


Fig. 13. — Grafico dello sviluppo alle varie temperature dello stipite β (mantenuto per molto tempo a 35° C., su agar infuso di cariossidi di grano (*a*) e su agar sintetico C (*b*).

Lo stesso stipite del fungo che nelle prime prove, nelle quali mi son servito sempre del trapianto di una coltura a 35° C., mi aveva dato il suo massimo a 54° C., nelle prove nelle quali mi son servito di trapianti di colture sviluppatesi a temperature progressivamente crescenti, mi si era sviluppato anche a 68°-70° C. cioè sino alla

temperatura massima di resistenza del protoplasma del fungo.

Non mi risulta che adattamenti simili siano stati osservati nei funghi; mentre la letteratura riporta diversi casi di adattamenti di altri ordini di microrganismi.

Il Löwestein [18] ha riferito su un certo adattamento termico di un'alga nelle sorgenti di Karlsbad, il quale però non permane e cessa rapidamente. Il Dieudonné[10] riesce a spostare il massimo del *Bacillus fluorescens* da 35° a 41,5° C. e Tsilinski trova che alcuni bacilli del fieno, il cui massimo normale si aggirava intorno ai 50° C., poteva essere portato a 58° C. Ma l'esperimento più classico al riguardo è quello fatto dal Dallinger[8] che sotto Carlo Darwin iniziò a coltivare tre specie di flagellati a temperature sempre più alte in un termostato molto preciso. Tale esperienza minuziosa e accurata durò sette anni; essa venne iniziata alla temperatura di 15,5° C., e dopo quattro mesi i flagellati si sviluppavano a 25° C. cioè oltre il limite massimo di sviluppo che era di 23° C. In tale temperatura rimasero otto mesi senza che fosse possibile alcun aumento, ma dopo questo periodo di tempo i flagellati riuscirono a sopportare i 26,6° C., e nei nove mesi successivi i 34° C., e finalmente dopo lunghe pause si arrivò a 70° C., con lo spostamento del limite massimo di temperatura da 23° a 70° C. e cioè di circa 47° C.

Il punto mortale dell'*Acremoniella thermophila* si aggira intorno ai 70° C. Il micelio che si era sviluppato alla temperatura di 68°-70° C. muore dopo 24 ore di permanenza alla temperatura costante di 70° C. e alla temperatura oscillante di 70°-72° C.

Il limite massimo di sviluppo si confonde quindi con quello di resistenza del plasma alla temperatura. Questa coincidenza dei due punti termici nella vita del fungo è molto importante non solo dal punto di vista scientifico, ma anche da quello pratico.

In base alle mie ricerche e a quelle classiche di Dallinger [8] e di altri si può concludere che il massimo

di temperatura nella vita dei microrganismi è molto variabile, e quello conosciuto riguarda semplicemente il *maximum* di un dato stipite della specie nelle particolari condizioni in cui le ricerche sono state eseguite. Fin tanto che non si raggiunga il punto mortale della temperatura non si può mai asserire che un dato microrganismo non si sviluppi al disopra del massimo conosciuto; gli adattamenti ottenuti artificialmente potrebbero verificarsi anche in natura, e così nelle masse di fieno, di paglia, di semi in riscaldamento, nelle quali l'*Acremoniella thermophila* vegeta, non possiamo escludere l'intervento attivo del fungo anche oltre i 60° C., contrariamente a quanto hanno asserito altri autori. Fino a 70° C. lo sviluppo del fungo è sempre possibile, specialmente se il riscaldamento avviene lentamente o meglio ancora a sbalzi, come si verifica spesso in natura per variate e improvvise condizioni ambientali.

*
* *

Lo sviluppo del fungo a temperature superiori all'usuale avviene per un adattamento graduale oppure per segregazione di stipiti meglio resistenti a quelle date condizioni di temperatura?

La mia esperienza è stata eseguita su tubi e non su piastre di coltura, e per questo non ho potuto seguire il fenomeno della variazione delle colonie alle diverse temperature; quanto prima però ripeterò l'esperimento per meglio rispondere al quesito suesposto.

Pertanto, le osservazioni fatte mi portano già ad affermare fin d'ora che l'adattamento della specie avviene per comparsa di stipiti. Infatti la coltura del fungo sviluppatasi a 65°-70° C., riportata nei termini biologici inferiori di calore, è tutta diversa da quella dell'inizio dell'esperienza, le due colture manifestano un marcato dimorfismo che resta costante nei numerosi successivi trapianti; e non possono non riguardare due stipiti differenti del fungo (Tav. VI, fig. 3).

Le differenze esistenti fra lo stipite ottenuto per selezione termica, che chiamo T, e quello originale (β) sono molto marcate e superiori a quelle che caratterizzano i cinque stipiti cloniali sopra descritti.

Nelle soluzioni nutritive secondo la seguente formula:

sostanza idrocarbonata . .	gr.	30
peptone Withe	»	10
acqua	»	1000

i due stipiti manifestano caratteri morfologici e fisiologici varî a seconda dello zucchero adoperato.

Dalle colture dopo 15 giorni di sviluppo a 40° C., si ebbero i seguenti risultati:

Saccarosio. — Le due colture si presentano uguali e il liquido rimane sempre costantemente identico a quello della soluzione sterile; all'osservazione microscopica però mentre β sporifica, T non sporifica affatto, ma presenta invece un gran numero di oidalee terminali delle quali molte all'estremità di brevi ramificazioni miceliche laterali, che potrebbero essere dei conidiofori anormali o meglio imperfettamente sviluppati (Fig. 4).

Glucosio. — Le colture sono quasi uguali; l'unica differenza esistente è che il liquido della soluzione in T è appena un po' più colorato che in β. Tanto nell'uno quanto nell'altro stipite i caratteri morfologici del fungo restano identici; il micelio rimane sterile e non presenta nemmeno ben differenziati i cellarioli e le oidalee.

Lattosio. — In questo zucchero il liquido della coltura di T è gialliccio e più colorato che il liquido della coltura di β che resta invariato nel colore costantemente paglierino pallido come nella soluzione sterile. Ambedue gli stipiti sporificano, producendo conidî piuttosto piccoli i quali in β hanno un episporio speciale, spesso e muricolato, mentre in T l'episporio è tenue e piuttosto uniforme.

Amido. — Le due colture differiscono nettamente per la colorazione invariabilmente ialina o leggermente lat-

tescente in β, mentre in T è rossiccia con i bordi del velo micelico aderente al vetro del tubo atro-purpurei. La sporificazione è abbondante nei due stipiti con la produzione di spore ben mature e sviluppate, fornite d'un esosporio molto spesso e distintamente subreticolato.

In questa soluzione compare una caratteristica speciale dello stipite T, che manca assolutamente, almeno nelle mie condizioni sperimentali, nello stipite β. Le ife presentano frequentemente delle incrostazioni color ruggine le quali sembrano non essere di natura diversa da quella delle sostanze che costituiscono l' involucro e che sono state riscontrate nelle ife miceliche di altri funghi [25] [27].

Arabinosio. — La coltura di β conserva il colore giallicio della soluzione sterile mentre la coltura di T è intensamente colorata ma non tanto quanto nell'amido. Manca la sporificazione, mentre sono presenti le incrostazioni, le quali sembrano leggermente più abbondanti di quelle che si formano nell'amido.

Maltosio. — In questo zucchero la differenziazione dei due stipiti è ancora maggiore. In β il colore della soluzione resta normalmente paglierino, in T invece assume un aspetto rossiccio tendente al baio, e il velo micelico si presenta quasi atro-purpureo per le ife avvolte da una grande quantità di sostanze incrostanti (Fig. 14). Queste incrostazioni che sono comparse soltanto nell'amido e nell'arabinosio, nel maltosio sono aumentate considerevolmente conferendo alla soluzione nutritiva la speciale colorazione giallo-rossiccia.

Lo stipite T oltre che differire per i caratteri culturali e anche morfologici si distingue quindi da β per una proprietà fisiologica di una certa importanza nella vita del fungo. Esso conferisce al substrato ricco di sostanze zuccherine, come è il terreno C, una colorazione rossa spesso molto intensa che manca assolutamente nello stipite β e negli altri stipiti che in questo lavoro ho chiamato « cloniali »: presenta tutte le caratteristiche cul-

turali di α_t (1), ottenuto a 40° C. per variazione settoriale di α, ed è forse il più termofilo di tutti gli stipiti che il fungo può segregare quale risorsa della specie per lo sviluppo a temperature elevate.

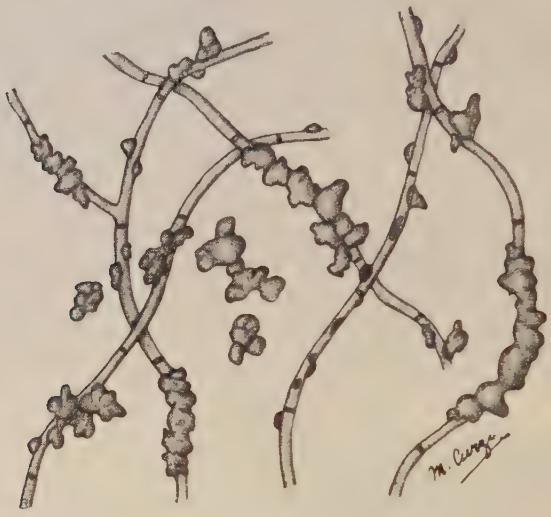


Fig. 14. — Incrostazioni nelle ife miceliche dello stipite T, in soluzione di peptone e maltosio dopo 15 giorni a 40° C., × 980 (C. l. Abbe-Apathy, Zeiss oc. 4, obb. E).

Tale stipite non si può considerare una fase di un determinato stipite come β, giacchè, ripetendo gli esperimenti con gli stipiti, γ e ε, alla fine delle prove mi son trovato sempre di fronte allo stesso stipite T. Potrebbe darsi che tanto β come γ e ε fossero degli stipiti complessi i quali avessero nascosto sotto le loro caratteristiche lo stipite T, ma a me sembra molto più probabile che quest'ultimo rappresenti una variazione brusca del plasma vegetativo, che potrebbe indifferentemente prodursi

(1) Malgrado questa rassomiglianza preferisco mantenere distinti i due ceppi, non tanto per l'origine diversa, quanto perchè non mi è stato possibile fare un confronto completo e dettagliato.

in qualsiasi ceppo e in qualsiasi cellula normale del fungo, quale vera mutazione vegetativa.

Ma qualunque sia l'interpretazione di questi risultati, lo stipite T è sempre quello che otteniamo per influenza della temperatura, la quale non è la causa diretta della variazione ma un fattore influente che eccita la comparsa e favorisce la selezione dello stipite.

Lo sviluppo del fungo a temperatura elevata oltre il *maximum* conosciuto non sembra quindi che possa avvenire per un semplice adattamento, ma per una selezione di forme sempre più termofile operata dalla temperatura.

Del resto anche nel classico studio di Dallinger [8] sui flagellati, se si fosse trattato di un vero adattamento, come venne ritenuto, esso sarebbe stato, secondo me, — sebben lentissimo — uniformemente progressivo; ma invece, quando a 25° C. ha dovuto attendere otto mesi, e altre attese più o meno lunghe si sono imposte a temperature superiori prima di arrivare a 70° C., vuol dire che a quelle date condizioni termiche, critiche per le tre specie di flagellati, si è dovuto aspettare la comparsa di forme più resistenti prima che fosse possibile un aumento anche lieve di gradi di calore.

*
* *

Lo sviluppo dell'*Acremoniella thermophila* fino a 68°-70° C. l'ho potuto ottenere finora soltanto con la temperatura continuamente oscillante di almeno due gradi, che ho realizzato dalla stufa elettrica « Weber », a circolazione d'aria, posta in una camera discretamente ventilata. In altre stufe, come nell' « Universal » della ditta Rastelli di Roma, pure a riscaldamento elettrico ma a circolazione d'acqua e nelle quali la temperatura si mantiene costante, lo sviluppo del fungo, dopo alcune prove fatte, si è sempre arrestato a gradi di calore molto inferiori ai 70° C., e spesso per poter aumentare la temperatura oltre i 53°-55° C. bisognava fare sviluppare an-

cora le colture al disotto di 40° C. e poi, nel trapianto successivo, riportarle di nuovo allo stesso grado di temperatura in cui lo sviluppo si era arrestato.

La temperatura oscillante, molto meglio di quella costante, ha quindi influenza sulle proprietà biologiche dell'organismo, favorendo quei cambiamenti fisici e chimici del protoplasma che portano alla comparsa e allo sviluppo di stipiti più termofili della forma originaria.

Lo stipite T riportato a bassa temperatura ha pure il minimo corrispondente a quello della coltura originale (β), mentre l' ottimo si sposta da 42° - 45° C. a 50°-55° C. ; e così, il massimo e l'ottimo possono variare entro limiti assai vasti, e il minimo al contrario rimanere costante o quasi costante in tutti gli stipiti studiati. Il fungo non può quindi essere un termotollerante, e l'affermazione di Schillinger [35] che non esistono esseri viventi termofili ma solo termotolleranti, trova in queste osservazioni sull'*Acremoniella thermophila* una nuova smentita.

C. — Diffusione ed esistenza del fungo in natura.

Nei precedenti capitoli, parlando dei diversi autori che si sono occupati dell'*Acremoniella thermophila*, ho anche accennato che tale ifomicete è molto diffuso in natura per essere stato isolato in luoghi e in condizioni molto diverse. Il Miehe [21], che per primo si è occupato di questo fungo, dice d'averlo isolato tutte le volte che lo ha ricercato nei materiali vegetali autoriscaldati ed io sono riuscito ad averlo oltre che in un campione di frumento che aveva subito un autoriscaldamento in spiga [6] anche da un campione di frumento a cariossidi sane e normali lasciato per un certo periodo di tempo in un ambiente piuttosto umido riscaldato a 40°-50° C., e su paglia di frumento umida sminuzzata e compressa, posta pure nelle medesime condizioni termiche.

Queste osservazioni convergono a far rilevare la grande diffusione di questo ifomicete malgrado le sue caratteristiche termofile che ostacolano il suo sviluppo a temperatura ordinaria. Ma dove si sviluppa e da dove deriva una tale diffusione?

Si potrebbe far osservare che durante la stagione estiva la temperatura del terreno supera di molto i 30° C., e che il fungo nelle sostanze vegetali riscaldate dal sole potrebbe trovare il calore necessario per il suo sviluppo e per la sua sporificazione, ma quando si pensa che nella notte la temperatura si abbassa e che nei punti ove batte il sole non può permanere quell'umidità necessaria alla vegetazione del micelio, la quale poi verrebbe anche ostacolata dall'azione diretta dei raggi solari, si deve escludere una tale probabilità, almeno nei paesi delle zone temperate; soltanto nelle zone tropicali, ove il riscaldamento del terreno è ovunque elevato, il calore solare potrebbe avere una certa importanza nello sviluppo naturale del fungo, se le condizioni sono particolarmente speciali e tali che il terreno e i substrati organici non siano tanto asciutti e colpiti direttamente dai raggi solari.

Anche il calore animale potrebbe costituire una sorgente di temperatura relativamente elevata favorevole a questo fungo; ma finora esso non è stato mai riscontrato nelle feci, e anche se ciò fosse avvenuto, non è detto che ciò dipenda dal fatto che il fungo si sia sviluppato nel tubo digerente degli animali che hanno ingerito le spore eventualmente presenti nei cibi. Potrebbe darsi che al pari di specie bacteriche termofile che si riscontrano nelle feci degli animali a sangue caldo, uomo compreso, anche l'*Acremoniella thermophila* non trovasse le condizioni propizie per lo sviluppo nel tubo digerente.

Ma dopo le ricerche e gli isolamenti di Miehe [21] [23], Dupont [13], Rege [31] e miei [6], si può ormai asserire che questo ifomicete non manca mai nelle masse di materie vegetali soprariscaldate; e quindi, tanto nel fieno, nella paglia e nel letame, quanto nei semi e in altre so-

stanze ammucchiate e autoriscaldate, il fungo può svilupparsi e sporificare abbondantemente, per poi diffondersi con il trasporto, lo spargimento o la diffusione di questi materiali, presenti ovunque si esplica l'attività agricola e zootecnica dell'uomo.

Non quindi a speciali sorgenti di calore — solare o vitale — ma al calore dell'autoriscaldamento delle masse di vegetali in decomposizione, dobbiamo lo sviluppo e la diffusione di questo ifomicete in natura. Esso, oltre a servirsi del calore di una tale origine per la sua iniziale vegetazione, interviene nel fenomeno di decomposizione dei diversi materiali, contribuendo — entro certi limiti — all'elevamento della temperatura della massa [23]. La sua azione si esplica specialmente su i composti ternari di carbonio, possedendo, secondo il Rege [31], la gran parte degli enzimi idrolizzanti queste sostanze, eccetto la cellulosi; e per questo, nelle colture a base di cellulosa il suo sviluppo non si osserva.

Nella speciale alterazione delle cariossidi di frumento in cui io l'ho isolato, ho notato infatti che nei casi rari in cui l'ifomicete arrivava a svilupparsi anche attorno e dentro il parenchima amilifero, si osservavano talora le cellule di questo tessuto vuotate del loro contenuto, mentre conservavano la parete intatta fin tanto che non fossero intervenuti anche altri microrganismi dissolventi la cellulosa.

La diffusione di questo fungo è infine facilitata dal fatto che i conidî hanno la possibilità di rimanere vitali per lungo tempo anche a bassa temperatura; nelle colture lasciate in ambienti freddi e sempre aperti senza essere trapiantate per circa quattro mesi, durante una intera stagione invernale, il potere germinativo dei conidî non è apparso affatto menomato.

IV. — Conclusioni.

Le ricerche fatte sulla morfologia e sulla fisiologia dell'*Acremoniella thermophila*, con speciale riguardo alla variazione discontinua, si possono riassumere come segue:

La diffusione e la conservazione del fungo sono affidate unicamente ai conidî, non formandosi, nelle varie condizioni sperimentate, organi riproduttivi più evoluti o speciali organi vegetativi resistenti. Anche a bassa temperatura i conidî possono rimanere vitali per lungo tempo.

La sporificazione si ha non soltanto nelle ife aeree, ma anche nelle ife sommerse nel substrato, come pure nell'interno delle cariossidi alterate di frumento.

In tutti i casi il fenomeno dello sviluppo e della maturazione dei conidî è stato seguito e descritto con particolare attenzione.

Il rivestimento esterno dei conidî risulta costituito di sostanza mucillaginosa che forma attorno alla parete uno strato uniforme, dapprima ialino e attaccaticcio, in seguito bruno e grinzoso, assumendo un aspetto reticolato con il disseccamento e l'adattamento alla parete del conidio, la quale rimane sempre liscia e uniforme. Tale involucro presenta le reazioni delle sostanze pectiche come le presentano altri rivestimenti simili riscontrati nelle spore di alcuni funghi superiori.

Il micelio, nei terreni ben provvisti di principi nutritivi, presenta sovente delle cellule più o meno ingrossate e differenziate, ripiene di protoplasma e fornite di parete sottile, funzionanti da piccoli magazzini di riserva e di conservazione del protoplasma, per le quali viene proposto il nome di *cellarioli* (*cellariolum*) e di *ificellarioli* (*hyphicellariola*) a una serie continua di tali cellule.

Vengono invece chiamate *oidalee* le cellule miceliche eccessivamente rigonfie per il processo della plasmoptisi o comunque ingrossate e aventi la parete sottile e l'interno occupato generalmente da grandi vacuoli.

I caratteri morfologici corrispondono al genere *Acremoniella* Sacc. e non ad altri generi di ifomiceti, come era stato riferito da alcuni autori. Il nome specifico di *Acremoniella thermophila* Curzi è il più esatto, e oltre a indicare la migliore posizione sistematica della specie e la sua principale proprietà biologica, evita ogni causa di confusione con l'*Acremonium* (*Thermomyces*) *lanuginosus* (Tsil.) n. c., al quale il fungo era stato erroneamente riferito.

Tutti i caratteri del fungo variano sensibilmente ad eccezione delle dimensioni e della forma dei conidî, le quali rimangono pressochè costanti nelle varie condizioni sperimentate.

Sul medesimo substrato culturale e nell'eguaglianza perfetta di tutti gli altri fattori ambientali questo fungo, per selezione conidiale e per variazioni settoriali, può dare luogo a un numero elevato di colonie corrispondenti a diversi stipiti della specie.

Di tutte le variazioni presentate vengono seguite quelle non direttamente condizionate da fattori esterni, e che si manifestano nelle colonie del fungo, non come variazioni graduali e continue, ma come variazioni brusche e discontinue, delle quali alcune appaiono a macchie indefinite, irregolari, che risaltano per lo sviluppo e per l'aspetto, nel micelio aereo e nel velo delle colture cloniali; altre a settori più o meno differenziati nella quantità del micelio aereo, nella sporificazione, nel colore, nell'accrescimento e in altri caratteri minori.

Un nuovo tipo di variazione (*a salti alternanti*), nella quale due colonie a caratteri opposti compaiono alterna-

tivamente di generazione in generazione, viene riscontrato e descritto in questo fungo. Nel fenomeno si possono distinguere tre casi diversi a seconda che la variazione si presenta regolare e completa, oppure che venga turbata dalla comparsa di settori rappresentanti nuove serie di variazioni identiche o stipiti non reversibili, aventi le principali caratteristiche delle due colonie.

Da una colonia derivata da varî trapianti di una coltura cloniale vengono separati e descritti cinque stipiti, indicati con α, β, γ, δ e ε corrispondenti a tanti settori differenti. Di questi stipiti, gli intermedî, i quali hanno minore quantità di micelio aereo, sono i più stabili, mentre gli estremi (α e ε), più ricchi di micelio aereo, sono i meno stabili e quelli che presentano facilmente i settori con una diminuzione molto variabile di micelio aereo, di sporificazione e di intensità di colorazione.

Dal primo si possono separare varî stipiti che formano una scala decrescente di valori culturali; dall'ultimo invece sono stati separati tre stipiti non in serie, segnanti le traccie di due successioni diverse convergenti negli stipiti inferiori.

Quando uno stipite inferiore di una serie di variazione manifesta qualche settore di ritorno in uno stipite superiore, dal confronto della coltura di quest'ultimo con quella ottenuta dal settore, si osservano quasi sempre delle diversità che persistono nei successivi trapianti.

Le reversioni osservate, eccetto qualche caso molto discutibile, non sono mai complete, ma sempre approssimative; e ciò dimostra che i settori di stipiti puri che compaiono nelle colture cloniali di questo ifomicete, non sono dovute a combinazioni e a scomposizioni di stipiti diversi ma a una forza insita nel protoplasma che spinge la cellula vegetativa a variare in un senso o nell'altro, indipendentemente da qualsiasi impurezza genetica.

Lo stesso stipite che nelle colture, per le quali si è ricorso sempre al trapianto di una colonia conservata a

35° C., aveva dato il suo massimo a 54° C., nelle colture con trapianti di colonie ottenute a temperature progressivamente crescenti, si sviluppava anche alla temperatura oscillante di 68°-70° C.

Il limite massimo di sviluppo si confonde con quello di resistenza del plasma del fungo al calore. Il micelio muore dopo 24 ore alla temperatura costante di 70° C., e alla temperatura oscillante di 70°-72° C.

La coltura sviluppatasi a 65°-70° C., riportata nei termini biologici inferiori di calore si conserva diversa da quella originale e caratterizza uno stipite speciale, (T), morfologicamente e fisiologicamente ben distinto. Nelle soluzioni di peptone con alcuni carboidrati questo stipite presenta nelle ife miceliche abbondanti incrostazioni di natura identica al rivestimento dei conidî, che mancano nello stipite originale.

Lo stesso stipite T si può ottenere per selezione termica da più stipiti differenti del fungo; esso quindi non si può considerare come una fase di un determinato stipite, ma piuttosto come una variazione brusca del plasma vegetativo che potrebbe indifferentemente prodursi in qualsiasi ceppo del fungo.

*
* *

Nel chiudere il presente lavoro sento il dovere di esprimere vivissimi sentimenti di gratitudine al direttore di questa Stazione, Prof. L. Petri, che mi ha seguito e consigliato nelle ricerche, e che oltre a mettere a mia disposizione ogni mezzo di indagine si è interessato perchè la R. Accademia Nazionale dei Lincei concedesse alle mie ricerche sperimentali sulla variabilità dei funghi un premio d'incoraggiamento.

Roma - R. Stazione di Patologia Vegetale.
Luglio 1930 - VIII.

M. Curzi.

BIBLIOGRAFIA CITATA

1. Bergey D. H., *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*; sec. edit, Baltimore 1925.
2. Brierley W. B., *Variation in Fungi and Bacteria.* « Proced. of the Internat. Congress of Plant Sciences »; v. II, pp. 1629-1654, 1929.
3. Chodat F., *Recherches expérimentales sur la mutation chez les champignons,* « Bull. Soc. Bot. de Genève »; Ser. 2, v. 18, pp. 41-144, Pl. I-XIII, 1926.
4. Cohn F., *Ueber die Algen des Karlsbader Sprudels und deren Anteil an der Bildung des Sprudelsinters,* « Flora »; B. 45, p. 538, 1862; vgl. auch. 40. « Jahresber. d. Schles. Gesellsch, f. vaterl. Kultur », p. 65.
5. Curzi M., *Intorno alla posizione sistematica di un* Fusarium *isolato dalla pelle del cane,* « Atti Ist. Bot. R. Univ. Pavia »; vol. I, ser. IV, pp. 95-105, 2 fig., 1929.
6. — *Su una « pseudo-carie » delle cariossidi di frumento,* « Rend. R. Accad. Naz. dei Lincei, cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. »; vol. X, ser. 2.ª, 2.° sem., fasc. 3-4, pp. 224-226, 1929. « Atti Ist. Bot. R. Univ. Pavia »; vol. I, ser. IV, pp. 151-155, 2 fig., 1929.
7. — *Prime osservazioni su la mutazione di un ifomicete,* « Rend. R. Accad. Naz. dei Lincei, cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. »; vol. XI, ser. 6.ª, 1.° sem , fasc. 5, pp. 506-508, marzo 1930, « Atti secon. Congr. Naz. Microbiologia »; pp. 49-52, Milano 1930.
8. Dallinger W. H., *The presidents adress* (*9th February 1887*). « Journal of the Royal Mikroscopical Society », p. 185, 1887.
9. Davemport C. B. and Castle W. E., *Studies in Morphogenesis III. On the acclimatization of organisms to high temperatures,* « Archiv. f. Entwieklungsmechanik der Organismen »; Bd. 2, p. 227, 1895.
10. Dieudonné A., *Neuere Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Bakterien,* « Biolog. Centralbl. »; Bd. 15, p. 103, 1895.

11. Georgevitch P., *Bacillus thermophilus Jivoïni nov. spec. und Bacillus thermophilus Losanitchi nov. spec.* « Centralblatt f. Bakteriologie »; Abt. II, Bd. XXVII, pp. 150-167, 1 taf., 1910.
12. Globig., *Ueber Bakterienwachstum bei 50-70°,* « Zeitsch. f. Hygiene »; Bd. 3, p. 294, 1887.
13. Griffon E. et Maublanc A.. *Deux Moissisures thermophiles,* « Bull. Soc. Mycol. France »; Tom. XXVII, pp. 68-74, 1911.
14. Fischer A., *Vorlesungen über Bakterien.* Jena, 1897.
15. Hoppe-Seyler, *Ueber die obere Temperaturgrenze des Lebens.* « Pflüger's Archiv. »; Bd. XI, p. 113-121, 1875.
16. Horne A. S. and Das Gupta S. N., *Studies in the Genera Cytosporina, Phomopsis and Diaporthe I. On the Occurrence of an « Ever-saltating » Strain in Diaporthe.* « Ann. of Botany »; v. XLIII, p. 417-435, 7 fig., 1929.
17. Jourde A., *Etude de quelques moisissures thermophiles.* « Thèse de doctorat en Pharmacie », Lons-le-Saunier, 1908.
18. Löwenstein A., *Über die Temperaturgrenzen des Lebens bei der Thermalalge Mastigocladus laminosus Cohn,* « Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. »; Bd. 21, p. 317, 1903.
19. Mac Fadyen A. and Blaxall F. R., *Thermophilic bacteria,* « Transact. of the Instit. of prevent. medic. London »; Ser. 2, p. 185, 1899.
20. Michaelis G., *Beiträge zur Kenntnis der thermophilen Bakterien,* « Archv. fr. Hygiene »; Bd. 36, p. 285, 1899.
21. Miehe H., *Die Selbsterhitzung des Heus.* Gustav Fischer, Jena, 1907.
22. — *Thermoïdium sulfureum n. g., n. sp., ein neuer Wärmepilz,* « Ber. Deutsch. Bot. Ges. »; Bd. XXV, pp. 510-515, 6 figs., 1907.
23. — *Die Wärmebildung von Reinkulturen un Hinblick auf die Ätiologie der Selbsterhitzung pflanzlicher Stoffe,* « Arch. f. Mikrobiologie »; Bd. I, Heft 1, pp. 78-118, Berlin 1930.
24. Miquel, *Bulletin de la Statistique municipale de la ville de Paris, decembr. 1879,* « Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour 1881 », p. 464.
25. Münch E., *Ueber Krankhafte Kernbildung,* « Naturwiss. Zeitschr. für Forst-nuol Landwirtschaft. »; 8 jahr., Heft 12., pp. 551-569 (p. 558) 1910.
26. Petri L., *Osservazioni sopra lo « Scleroderma Ambiguum »*

Petri e le sue affinità sistematiche, « Mem. R. Accad. Lincei », cl. Sc. Fis., Mat. e Nat., ser. sesta, vol. III, fasc. III, pp. 77-82, 1 tav. col., 1928.

27. — *Studi sulle malattie dell'olivo.* III. *Alcune ricerche sulla biologia del Cycloconium oleaginum* Cast., « Mem. R. Staz. Pat. Veg. », Roma, pp. 1-136, (p. 27), 37 fig. 1913.
28. — *Le variazioni a salti « Saltations » dei microrganismi e il loro significato biologico.* « Atti II Congr. Naz. Microbiologico »; pp. 13-48, Milano, Marzo 1930.
29. Pollacci G., *Miceti del corpo umano e degli animali* (Nota terza). « Rivista di Biologia »: v. V, pp. 358-367, 3 fig., 1923.
30. Rabinowitsch L., *Ueber die thermophilen Bakterien,* « Zeitschr. für Hyg. u. Infektionskrankh »; Bd. 20, p. 160, 1895.
31. Rege R. D., *Biochemical decomposition of cellulosie materials with special reference to the Action of fungi,* « Ann. Appl. Biol. »; v. XIV, pp. 1-44, 4 pl., 1927.
32. Saccardo P. A., *Sylloge Fungorum*; vol. XVIII, p. 524, Patavii 1906.
33. Sames Th., *Zur Kenntnis der bei höherer Temperatur wachsenden Bakterien und Streptothrixarten.* « Zeitschr. f. Hygiene », Bd. 33, p. 313, 1900.
34. Schardinger F., *Ueber thermophile Bakterien aus verschiedenen Speisen und Milch ausw,* « Zeitschr. f. Untersuchung der Nahrungs-und Genubmittel »; Bd. 6, p. 865, 1903.
35. Schillinger, *Über thermophile Bakterien* « Hygien Rundschau »; p. 568, 1898.
36. Thom Ch., *The Penicillia. Chapt XXIV,* (*Paecilomyces*); pp. 541-551, London 1930.
37. Tsiklinsky P., *Les microbes thermophiles des sources thermales,* « Ann. Instit. Pasteur »; Bd. 13, p. 788, 1899.
38. — *Sur les Mucédinées thermophiles,* « Annales de l'Instit. Pasteur »; v. XIII, p. 500, 1899.
39. — *Sur la flore microbienne thermophile du canal intestinale de l'homme,* « Annal. de l'Istit. Past. »; Bd. 13, p. 216, 1903.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE (1)

Tavola III.

Fig. 1. — Coltura di *Acremoniella thermophila,* derivata da un trapianto di una colonia monosporogenita, dopo 20 giorni su agar infuso di cariossidi di grano glucosato (2 %) alla temperatura ambiente di 38° C., con diverse variazioni settoriali corrispondenti agli stipiti α, β, γ, δ, e ε (4/7 grand. nat.).

Fig. 2. — Colonia dello stipite α con tre settori di variazione (4/7 grandezza naturale).

Fig. 3. — Idem con diversi settori i quali presentano anche alcune macchie scure di variazioni fluttuanti (4/7 grand. natur.).

Tavola IV.

Fig. 1-2. — Colonie dello stipite α_s diversamente zonate (4/7 grand. naturale).

Fig. 3. — Colonia dello stipite α_{sa} con diversi settori di ritorno allo stipite α_s (4/7 grand. nat.).

Fig. 4. — Colonia dello stipite β (4/7 grand. nat.).

Tavola V.

Fig. 1. — Colonia dello stipite δ (4/7 grand. nat.).

Fig. 2. — » » » γ (» »).

Fig. 3. — » » » ε (» »).

Fig. 4. — » » » ε_1 con un settore di variazione sopraffatto dal micelio più vigoroso dello stipite (4/7 grand. nat.).

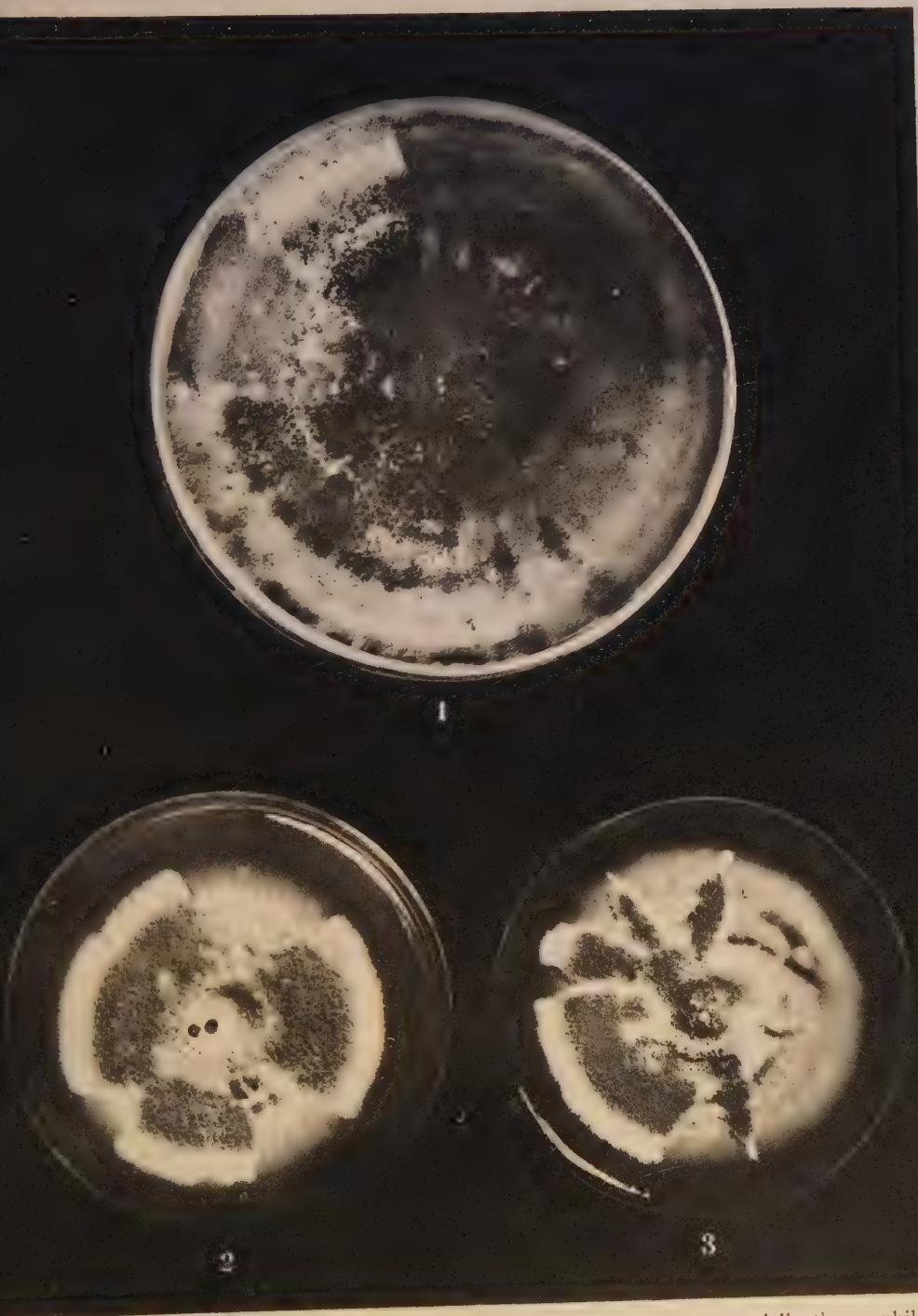
Tavola VI.

Fig. 1. — Colonia dello stipite ε_{1a} (4/7 grand. nat.).

Fig. 2. — » » » ε_{1a1} (» »).

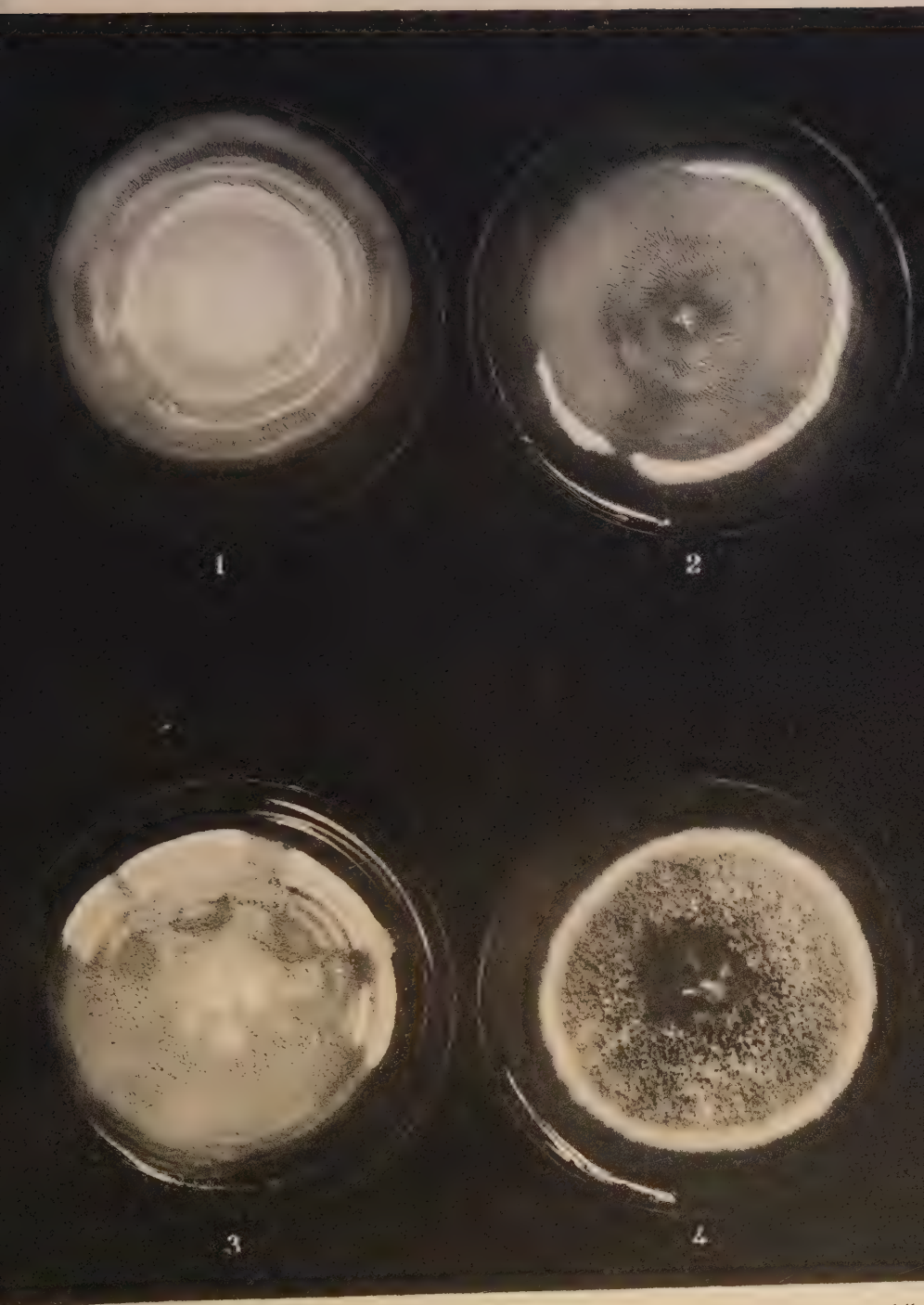
Fig. 3. — Colonie dello stipite β e dello stipite T, derivato dal primo per selezione termica, dopo 10 giorni di sviluppo su agar infuso di fagioli glucosato (2 %) alla temperatura ambiente di 35° C. (5/7 grand. nat.).

(1) Ad eccezione della figura 1 della tavola III e della figura 3 della tavola IV, tutte le figure delle quattro tavole riguardano colture su agar sintetico C dopo sei giorni di sviluppo in termostato « Weber » alla temperatura oscillante di 38°-40° C.



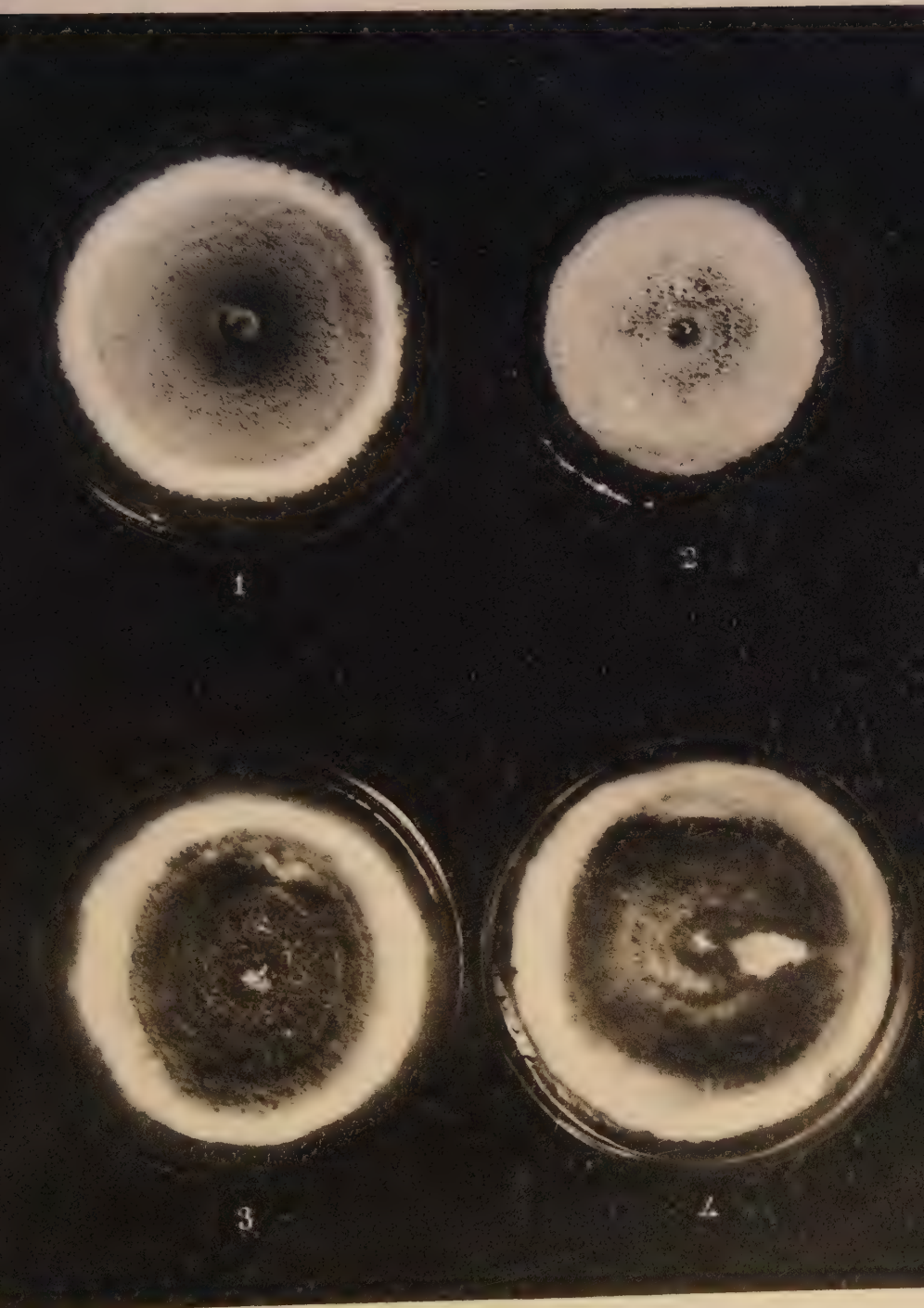
CURZI M. – Acremoniella thermophila

L'Aut. fot.



L'Aut. fot.

CURZI M. – Acremoniella thermophila



L'Aut. fot.

CURZI M. – Acremoniella thermophi

L'Aut. fot.

CURZI M. – Acremoniella thermophil

La moria degli olmi in Italia

Questa malattia fu studiata accuratamente in Olanda, dove produce gravi danni, dalla Dott. B. Schwarz che isolò e descrisse per la prima volta il microrganismo che la determina; esso è un fungo del gruppo delle Stilbacee e fu denominato *Graphium ulmi* Schwarz (1). Le ricerche della Schwarz sono state perfettamente esaurienti perchè, oltre ad un accurato studio morfologico del fungo, sono state effettuate le inoculazioni artificiali che hanno riprodotto la malattia con tutti i sintomi osservati in natura.

La moria degli olmi fu poi segnalata in altri paesi fra cui la Germania e la Francia. Mentre alcuni autori confermano come causa della malattia il *Graphium* (v. Linden e Zenneck, Stapp, Marchal e Foëx, Westerdijk, ecc.) (2), altri segnalano come determinante della moria

(1) Schwarz M. B., *Das Zweigsterben der Ulmen, Trauerweiden und Pfirsichbaüme*, « Mededeelingen Phytopat. Lab. » « Willie Commelin Scholten », V, Baarn, Dec. 1922.

(2) Linden (v.) und Zenneck L., *Untersuchungen über das Ulmensterben in den Beständen der Städtischen Gartenverwaltung der Stadt Bonn und anderer Orte*, « Centralbl. f. Bakt. », Abt. II, B. LXIX, pagg. 340-351, 1927.

Stapp C., *Ueber die Ursache des Ulmensterbens*, « Mitt. Deutsch. Dendrol. Gesellschaft », XI, pagg. 139-146, 1928.

Marchal P. et Foex G., *Rapport phytopathologique pour l'année 1928.* (pag. 467), « Annales des Epiphyties », XIV, 6, pagg. 415-470, 1928.

Westerdijk J. e Buisman Ch.. *De Jepenziekte. Rapport over het onderzoek verricht op verzoek van de Nederlandsche Heidemaatschappij* pag. 78. Arnhem, 1929.

(Brussoff) (1) un batterio chiamato *Micrococcus ulmi* Brussoff. Senza entrare per ora in merito della controversia, ho creduto di ricordare in modo succinto la storia di questa malattia che fino a poco fa era sconosciuta in Italia.

Nel mese di giugno invece furono segnalati a questa R. Stazione, da parte della Cattedra Ambulante di Agricoltura di Modena, degli olmi che dalle informazioni pervenute morivano in poche ore presentando foglie ingiallite solo nella parte apicale dei rami. Il materiale inviato mi ha permesso di stabilire che le piante erano affètte da una forte tillosi interessante però solo la parte più giovane del legno e cioè quasi tutta la produzione legnosa dell'annata in corso. Sezionando quindi trasversalmente un ramo od anche un tronco era visibile un anello nerastro formato dai vasi del legno di ultima formazione; l'osservazione microscopica ha messo in evidenza una grandissima quantità di tilli che ostruivano completamente tutti i vasi e che presentavano una parete bruna con un contenuto mucillaginoso formato dall'alterazione del contenuto protoplasmatico del parenchima legnoso. Raramente, attraverso i tilli, era possibile vedere qualche filamento micelico sottilissimo e ialino che permise di ascrivere la malattia al gruppo delle adromicosi. Infatti gli isolamenti eseguiti dal materiale ammalato hanno tutti indistintamente dato luogo allo sviluppo di un fungo che dopo pochi giorni ha formato gli organi di propagazione presentantisi come coremii. Ciò ha portato a determinare il micete come *Graphium ulmi* e cioè come lo stesso parassita che provoca la malattia in Olanda, in Germania e in Francia.

Molte sono le specie di *Ulmus* che all'estero sono state riscontrate affètte da *Graphium*, per ora in Italia è stata

(1) Brussoff A., *Die holländische Ulmenkrankheit. Eine Bakteriosis.* « Centralbl. f. Bakt. », Abt. II, Bd. LXIII, pagg. 256-267, 1924.

osservata solo la specie *Ulmus campestris* non è però improbabile che ulteriori ricerche, che sono attualmente in corso, possano estendere l'elenco delle matrici.

Questa moria da *Graphium* non è da confondersi con un'altra tracheomicosi studiata, sempre in Germania dal Wollenweber (1) che colpisce alcune specie di *Acer, Tilia* e *Aesculus;* in questi casi l'agente isolato è un *Verticillium* (*V. albo-atrum*) che non dà luogo alla caratteristica tillosi determinata dal *Graphium*.

In seguito si renderà noto il risultato dello studio che si sta eseguendo su questo nuovo parassita che attacca una pianta così utile nell'agricoltura italiana.

Cesare Sibilia.

(1) Wollenweber H. V., *Die Wirtelpilz-Welkekrankheit (Verticilliose) von Ulme, Ahorn und Linde u. s. w.*, « Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstwirtsch. », XVII, 3, pagg. 273-299, 1929.

NOTIZIE VARIE

Al **Congresso Nazionale della Sezione Italiana della Società Internazionale di Microbiologia** il Prof. L. Petri presentò una relazione sulle *variazioni a salti* (*saltations*) dei microrganismi di cui è stato recentemente pubblicato il testo negli Atti di quel Congresso. Nel Bollettino della Sezione italiana della Società suddetta è stata ora pubblicata una traduzione in francese della stessa relazione, traduzione non riveduta dall'Autore e che presenta alcuni punti non fedelmente corrispondenti al testo italiano, a cui si rimanda chi s' interessi delle questioni che vi sono trattate.

ERRATA-CORRIGE.

Nel precedente fascicolo di questo Bollettino sono da correggere i due seguenti errori sfuggiti nella revisione delle bozze di stampa:

a pag. 10 invece di *antofillogenia* si legga *autofillogenia*

a pag. 70 (in nota) invece di *arenarie rosse* si legga *arenarie argillose*.

Prof. Lionello Petri, *Direttore responsabile*